



## **Dossier d'étude Technique**

**Calcul de l'impact dosimétrique des  
retombées de l'essai ENCELADE à Tureia**

C.E.A. - D.A.M.

FICHE DOCUMENTAIREDAM

| <u>IDENTITE DU DOCUMENT</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>1 - <u>Nature</u></b><br>Dossier d'Etude Technique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>2 - <u>Date</u></b><br>02/05/06 | <b>3 - <u>Nbre de pages</u></b><br>45 |
| <b>4 - <u>Titre</u></b> : Calcul de l'impact dosimétrique des retombées de l'essai ENCELADE à Tureia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                       |
| <p><b>5 - <u>Résumé</u></b> : Ce document présente les calculs d'impact dosimétrique sur la population de Tureia des retombées de l'essai atmosphérique ENCELADE, réalisé le 12 juin 1971. Toutes les voies d'atteinte sont considérées : l'inhalation (doses efficaces et doses à la thyroïde), l'irradiation externe (doses efficaces par le panache et les dépôts), l'ingestion (doses efficaces et doses à la thyroïde).</p> <p>A partir de mesures d'activités dans l'environnement (dépôt et produits de la chaîne alimentaire) couplées au calcul de terme source effectué par le CEA/DAM, il a été possible de déduire toutes les grandeurs nécessaires aux évaluations d'impact : l'activité de chaque isotope dans le panache, l'activité de chaque radionucléide dans les produits végétaux et animaux et leur évolution au cours du temps. Les calculs de doses par ingestion ont également pris en compte les différentes quantités consommées en fonction de l'âge de l'individu.</p> <p>Afin d'obtenir les doses enveloppes reçues par les populations, deux vitesses de dépôt des radionucléides ont été prises en compte. Les évaluations de dose par inhalation et de dose externe les plus élevées sont obtenues en utilisant une vitesse de dépôt de <math>0,05 \text{ m.s}^{-1}</math>.</p> <p>Les doses efficaces reçues par la population de Tureia varient de 1,3 à 1,9 mSv pour les adultes et de 1,5 à 3,5 mSv pour les enfants âgés de 1 à 2 ans, qui constituent la population la plus exposée. Elles sont inférieures à la valeur guide de 5 mSv à ne pas dépasser pour le public qui était en vigueur en 1971, mais elles sont supérieures à la valeur guide à ne pas dépasser pour le public actuellement en vigueur, qui est de 1 mSv.</p> <p>Les doses à la thyroïde reçues par la population de Tureia varient de 1 à 8 mSv pour les adultes et de 4 à 27 mSv pour les enfants âgés de 1 à 2 ans ayant bu de l'eau de citerne, qui constituent la population la plus exposée.</p> <p>Dans tous les cas, la principale contribution à la dose à la thyroïde est la consommation d'eau des citernes de l'atoll.</p> |                                    |                                       |
| <b>6 - <u>Descripteurs proposés</u></b><br>Essai nucléaire atmosphérique, impact radiologique, ENCELADE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |                                       |

# Calcul de l'impact dosimétrique des retombées de l'essai ENCELADE à Tureia

## Sommaire

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I - INTRODUCTION .....</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>II - CONTEXTE .....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>III - METHODOLOGIE DE CALCUL .....</b>                    | <b>7</b>  |
| III.1 - METHODE DE CALCUL .....                              | 7         |
| III.1.1 - Doses par inhalation.....                          | 8         |
| III.1.2 - Doses efficaces par irradiation externe .....      | 8         |
| III.1.3 - Doses par ingestion.....                           | 9         |
| III.2 - ORIGINE DES DONNEES.....                             | 10        |
| III.2.1 - Coefficients de dose.....                          | 10        |
| III.2.2 - Ration alimentaire .....                           | 11        |
| <b>IV - DONNEES METEOROLOGIQUES.....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>V - TERME SOURCE .....</b>                                | <b>14</b> |
| V.1 - ACTIVITES EMISES .....                                 | 14        |
| V.2 - ISOTOPES PREPONDERANTS LORS DE L'ARRIVEE A TUREIA..... | 14        |
| <b>VI - BILAN DES MESURES ENVIRONNEMENT .....</b>            | <b>15</b> |
| VI.1 - MESURES "PHYSIQUES" .....                             | 15        |
| VI.1.1 - Activités dans l'air.....                           | 15        |
| VI.1.2 - Dépôts.....                                         | 15        |
| VI.1.3 - Eaux de boisson.....                                | 15        |
| VI.2 - MESURES DANS LES MILIEUX BIOLOGIQUES .....            | 16        |
| VI.2.1 - Mollusques et crustacés.....                        | 16        |
| VI.2.2 - Végétaux.....                                       | 16        |
| VI.2.3 - Viande.....                                         | 16        |
| VI.2.4 - Poisson .....                                       | 16        |
| <b>VII - CALCULS DE DOSES.....</b>                           | <b>17</b> |
| VII.1 - DOSES PAR INHALATION.....                            | 17        |
| VII.1.1 - Dose efficace par inhalation.....                  | 17        |
| VII.1.2 - Dose à la thyroïde par inhalation.....             | 17        |
| VII.2 - DOSES PAR IRRADIATION EXTERNE .....                  | 18        |
| VII.2.1 - Irradiation externe par le panache.....            | 18        |



|           |                                                                       |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| VII.2.2 - | <i>Irradiation externe par les dépôts</i> .....                       | 18 |
| VII.3 -   | DOSES PAR INGESTION AVEC PRISE EN COMPTE DE RATIONS ALIMENTAIRES..... | 20 |
| VII.3.1 - | <i>Dose due à la consommation d'eau de citerne</i> .....              | 20 |
| VII.3.2 - | <i>Dose due à la consommation d'eau de coco</i> .....                 | 21 |
| VII.3.3 - | <i>Dose due à la consommation de fruits</i> .....                     | 22 |
| VII.3.4 - | <i>Dose due à la consommation de produits animaux</i> .....           | 23 |
| VIII -    | <b>BILAN DES DOSES ESTIMEES</b> .....                                 | 26 |
| IX -      | <b>COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS</b> .....                           | 27 |
| X -       | <b>CONCLUSION</b> .....                                               | 32 |
| XI -      | <b>ANNEXE 1 : DONNEES DE CALCUL</b> .....                             | 33 |
| XI.1 -    | ISOTOPES MAJORITAIRES DANS LE TERME SOURCE.....                       | 33 |
| XI.2 -    | MESURES DANS LES MILIEUX.....                                         | 35 |
| XI.2.1 -  | <i>Activité de l'air</i> .....                                        | 35 |
| XI.2.2 -  | <i>Activité dans les eaux de boisson</i> .....                        | 36 |
| XI.2.3 -  | <i>Activité dans les aliments</i> .....                               | 37 |
| XI.3 -    | COEFFICIENTS DE DOSE.....                                             | 41 |
| XII -     | <b>REFERENCES</b> .....                                               | 45 |

## Liste des figures

|            |                                                                                                                                             |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : | Evolution de la dose due au dépôt (mSv) en fonction du temps de présence pour un dépôt de $2,2 \cdot 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$ .....          | 19 |
| Figure 2 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée.....              | 28 |
| Figure 3 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée.....               | 28 |
| Figure 4 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Adultes consommant l'eau la moins contaminée.....                           | 29 |
| Figure 5 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Adultes consommant l'eau la plus contaminée.....                            | 29 |
| Figure 6 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose interne à la thyroïde – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée..... | 30 |
| Figure 7 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose interne à la thyroïde – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée.....  | 30 |
| Figure 8 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose à la thyroïde – Adultes consommant l'eau la moins contaminée.....                      | 31 |
| Figure 9 : | Contribution relative des voies d'atteinte à la dose à la thyroïde – Adultes consommant l'eau la plus contaminée.....                       | 31 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Débits respiratoires utilisés pour les différentes classes d'âge ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) .....                           | 10 |
| Tableau 2 : Rations alimentaires considérées dans cette étude ( $\text{g} \cdot \text{j}^{-1}$ ) .....                                            | 12 |
| Tableau 3 : Dose efficace par inhalation pour différentes classes d'âge (mSv) .....                                                               | 17 |
| Tableau 4 : Dose à la thyroïde par inhalation pour différentes classes d'âge (mSv) .....                                                          | 17 |
| Tableau 5 : Dose efficace par irradiation par le panache (mSv).....                                                                               | 18 |
| Tableau 6 : Evolution de la dose efficace par irradiation due aux dépôts en fonction du temps d'exposition – présence des 2/3 à l'extérieur ..... | 19 |
| Tableau 7 : Dose efficace (mSv) due à la consommation d'eau .....                                                                                 | 20 |
| Tableau 8 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation d'eau .....                                                                            | 20 |
| Tableau 9 : Dose efficace (mSv) due à la consommation d'eau de coco – calcul à partir de l'activité mesurée en $^{95}\text{Zr}$ .....             | 21 |
| Tableau 10 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation d'eau de coco – calcul à partir de l'activité mesurée en $^{95}\text{Zr}$ .....       | 21 |
| Tableau 11 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de fruits – calcul à partir de l'activité mesurée en $^{95}\text{Zr}$ .....                | 22 |
| Tableau 12 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de fruits calcul à partir de l'activité mesurée en $^{95}\text{Zr}$ .....             | 22 |
| Tableau 13 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de viande (poulet).....                                                                    | 23 |
| Tableau 14 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de viande (poulet).....                                                               | 23 |
| Tableau 15 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de poissons .....                                                                          | 24 |
| Tableau 16 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de poissons .....                                                                     | 24 |
| Tableau 17 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de mollusques et crustacés .....                                                           | 25 |
| Tableau 18 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de mollusques .....                                                                   | 25 |
| Tableau 19 : Synthèse des doses efficaces (mSv) .....                                                                                             | 26 |
| Tableau 20 : Synthèse des doses internes à la thyroïde (mSv) .....                                                                                | 26 |
| Tableau 21 : Isotopes présents dans le nuage et le dépôt (hors gaz rares) à 15 heures .....                                                       | 34 |
| Tableau 22 : Activités volumiques dans l'air relevées à Tureia de juin à juillet 1971 ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ) .....                   | 35 |
| Tableau 23 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne de Fariki ( $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ ) .....                                | 36 |
| Tableau 24 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne du Tavana ( $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ ) .....                                | 36 |
| Tableau 25 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne n°2 (devant l'église) ( $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ ) .....                    | 36 |
| Tableau 26 : Activité par isotope dans une eau de citerne ( $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ ) .....                                               | 36 |
| Tableau 27 : Activité $\beta$ - $\gamma$ globale dans des aliments de Tureia ( $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) .....                           | 37 |
| Tableau 28 : Activité des radionucléides dans des végétaux de Tureia ( $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).....                                    | 37 |
| Tableau 29 : Activité des radionucléides dans de l'eau de coco ( $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ ) .....                                          | 38 |
| Tableau 30 : Activité des radionucléides relevée dans des produits animaux de Tureia ( $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).....                    | 40 |
| Tableau 31 : Coefficients de dose efficace par inhalation .....                                                                                   | 42 |
| Tableau 32 : Coefficients de dose efficace par ingestion.....                                                                                     | 43 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 33 : Coefficients de dose à la thyroïde par inhalation..... | 43 |
| Tableau 34 : Coefficients de dose à la thyroïde par ingestion.....  | 44 |



## I - INTRODUCTION

L'objet de ce document est de réévaluer l'impact dosimétrique, sur la population de Tureia, des retombées de l'essai atmosphérique ENCELADE, réalisé le 12 juin 1971.

Toutes les voies d'atteinte sont considérées : l'inhalation (doses efficaces et doses à la thyroïde), l'irradiation externe (doses efficaces par le panache et les dépôts), l'ingestion (doses efficaces et doses à la thyroïde).

## II - CONTEXTE

L'essai ENCELADE, d'une énergie de 440 kt, a été réalisé sous un ballon de 14 000 m<sup>3</sup> gonflé à l'hélium.

Cet essai a eu lieu le 12 juin 1971, à 19h15 TU, à partir de la zone Dindon de Mururoa. Les coordonnées géographiques du point "zéro" sont 21°52'34" S et 139°00'14"W, c'est-à-dire à 1400 m du Poste Enregistrement Avancé (PEA) Dindon ; l'altitude du tir était de 450 m.

## III - METHODOLOGIE DE CALCUL

### III.1 - METHODE DE CALCUL

Pour évaluer l'impact des retombées de cet essai, on dispose de mesures d'activités, exprimées en  $\beta$  global, notamment dans de l'eau prélevée dans des citernes de Tureia, situé à environ 120 km au nord-ouest de Mururoa.

Il faut noter que, dans ce document, les calculs d'impact à long terme, prenant en compte la remise en suspension, ne sont pas réalisés.

Les dépôts mesurés et les données dans les échantillons biologiques disponibles ont servi aux calculs de doses efficaces par irradiation externe, inhalation et ingestion.

Comme la plupart des résultats de mesures sont exprimés en  $\beta$  global, la répartition des radionucléides dans le dépôt ou dans les échantillons prélevés est déduite du terme source calculé par le CEA/DAM, en prenant en compte la décroissance radioactive et les filiations de chaque radionucléide du terme source et en supposant que le transport atmosphérique n'a provoqué aucune discrimination physico-chimique entre les radionucléides.

L'activité de chaque radionucléide dans les différents milieux est calculée au cours du temps à l'aide des données de la base JEFF, version 3.1 [1]. Sur les 1300 isotopes présents initialement dans le terme source, environ 1000 sont des isotopes radioactifs. Après 15 heures de décroissance, délai correspondant au maximum de la retombée à Tureia, 70 isotopes contribuent majoritairement à l'activité globale. La liste de ces isotopes majoritaires en termes d'activité dans le dépôt et dans l'air figure dans le Tableau 21 en annexe.

Une répartition des radionucléides dans les différents milieux peut ainsi être prise en compte à partir des calculs effectués par le CEA/DAM. Faute d'informations sur les transferts des radionucléides vers la chaîne alimentaire, on suppose que la répartition calculée à partir du terme source est valable dans les échantillons.

Par la suite, pour chaque isotope présent sous forme d'aérosol dans le panache, l'activité volumique intégrée sur le temps de la retombée, exprimée en Bq.s.m<sup>-3</sup>, est déduite du dépôt au sol, exprimé en Bq.m<sup>-2</sup>, à partir de la vitesse de dépôt Vd, en m.s<sup>-1</sup>.

$$\text{Act vol intégrée} = \frac{\text{Dépôt}}{Vd}$$

Pour l'évaluation des activités volumiques intégrées sur le temps de passage du panache des radionucléides sous forme d'aérosols dans l'air, on a considéré deux valeurs possibles de vitesse de dépôt :  $5 \cdot 10^{-2}$  et  $3 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$ . En effet, compte tenu de la répartition en taille des aérosols formés lors d'un essai nucléaire, les vitesses de dépôt de ceux-ci se situent majoritairement entre ces valeurs car le panache radioactif est arrivé rapidement à Tureia (moins d'une journée après l'essai) et qu'il a plu lors du passage du nuage sur Tureia.

L'activité des gaz rares, qui sert uniquement au calcul de la dose par irradiation externe par le panache, est déduite de l'activité des aérosols à l'aide des ratios de leurs activités respectives par rapport à l'activité totale dans le panache à l'instant de calcul considéré.

### III.1.1 - DOSES PAR INHALATION

La dose par inhalation due à l'ensemble des isotopes, exprimée en Sv, est égale à la somme des produits de l'activité volumique intégrée sur le temps de passage du panache pour chaque isotope par le débit respiratoire  $QR_i$ , exprimé en  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ , fonction de l'âge de la personne, et du coefficient de dose, soit efficace, soit à la thyroïde,  $CD \text{ inhal}_{i,j}$ , qui s'exprime en  $\text{Sv.Bq}^{-1}$  inhalé, et est fonction de l'isotope et de sa forme physico-chimique ainsi que de l'âge de la personne :

$$\text{Dose inhal} = \sum_i (\text{Act vol intégrée}_i \times QR_i \times CD \text{ inhal}_{i,j})$$

Les gaz rares ne contribuent pas à la dose par inhalation.

Pour les calculs de doses internes, différentes classes d'âge ont été retenues, du bébé à l'adulte.

Les résultats sont exprimés en termes de dose efficace, due à l'ensemble des isotopes du terme source, ainsi que de dose à la thyroïde, essentiellement due aux iodes et, en moindre part, aux tellures.

Les retombées à Tureia s'étant produites durant la nuit, la dose par inhalation, efficace ou à la thyroïde, est calculée en supposant que l'individu exposé se trouve à l'intérieur de son habitation pendant le passage du panache. L'activité volumique à l'intérieur est supposée égale à la moitié de l'activité volumique à l'extérieur.

### III.1.2 - DOSES EFFICACES PAR IRRADIATION EXTERNE

Ces doses sont identiques quel que soit l'âge de l'individu.

#### III.1.2.1 - Irradiation externe par le panache

La dose efficace due à l'irradiation externe par le panache, exprimée en Sv, est égale à la somme des produits de l'activité volumique intégrée de chaque isotope présent dans le panache, par le coefficient de dose efficace pour la voie "irradiation externe par le panache",  $CD \text{ pch}_i$ , qui s'exprime en  $\text{Sv}/(\text{Bq.s.m}^{-3})$  et est fonction de l'isotope :

$$\text{Dose externe panache} = \sum_i (\text{Act vol intégrée}_i * CD \text{ pch}_i)$$

Les retombées à Tureia s'étant produites durant la nuit, la dose par irradiation par le panache est calculée pour un individu présent dans son habitation. L'activité volumique à l'intérieur est supposée égale à la moitié de l'activité volumique à l'extérieur.

Pour les aérosols, l'activité volumique intégrée sur le temps de passage du panache est identique à celle utilisée pour le calcul de la dose par inhalation. Comme indiqué précédemment, les rapports



entre les activités des gaz rares et celles des autres isotopes du terme source sont identiques à ceux calculés à partir de l'évolution dans le temps du terme source.

### III.1.2.2 - Irradiation externe par les dépôts

Connaissant les activités déposées pour les différents isotopes, on peut en déduire, dans un premier temps, le débit de dose dû au dépôt. Celui-ci, exprimé en  $\text{Sv.h}^{-1}$ , est égal à la somme des produits du dépôt par isotope par le coefficient de dose efficace, pour la voie "irradiation externe par le dépôt",  $\text{CD}_{\text{dépôt } i}$ , qui s'exprime en  $(\text{Sv.h}^{-1})/(\text{Bq.m}^{-2})$ , et est fonction de l'isotope :

$$\text{Débit de dose externe dépôt} = \sum_i (\text{Dépôt}_i \times \text{CD}_{\text{dépôt } i})$$

Puis, par intégration pour différentes durées d'exposition, on évalue la dose due au dépôt, en prenant en compte la décroissance radioactive de l'isotope, caractérisé par sa constante radioactive  $\lambda_{\text{rad } i}$ . Cette dose évolue au cours du temps, selon la durée de présence  $T$  de l'individu considéré sur le dépôt. Cette dose perdure au-delà du passage du panache.

$$\text{Dose externe dépôt} = \sum_i \left( \frac{\text{Débit de dose dépôt}_i [1 - \exp(-\lambda_{\text{rad } i} T)]}{\lambda_{\text{rad } i}} \right)$$

Dans le calcul de la dose intégrée due au dépôt, on considère un coefficient d'atténuation, prenant en compte le fait que les individus concernés passent une partie du temps à l'intérieur des habitations et se déplacent. De plus, on a supposé que la dose due au dépôt est nulle pendant les 6 premières heures, car les personnes étaient à l'intérieur de leurs habitations pendant la nuit.

### III.1.3 - DOSES PAR INGESTION

Cette dose est due à la consommation d'aliments produits localement, contaminés par les retombées radioactives. Cette dose est fonction de l'âge de l'individu ; elle dépend donc de sa consommation.

Comme pour les doses par inhalation, les résultats sont exprimés en termes de dose efficace, due à l'ensemble des isotopes du terme source, ainsi que de dose à la thyroïde, essentiellement due aux iodes et, en moindre part, aux tellures.

Les calculs de dose par ingestion se font à partir des activités en  $\beta$  global effectivement mesurées dans les aliments d'origine locale. La répartition des activités des isotopes dans les différents aliments à la date considérée est supposée identique à la répartition des activités dans le dépôt, calculée à partir de l'évolution dans le temps du terme source.

Lorsqu'on connaît l'activité par isotope dans l'aliment considéré, exprimée en  $\text{Bq.kg}^{-1}$ , la dose par ingestion se calcule par la somme, sur les différents isotopes, des produits de l'activité en  $\text{Bq.kg}^{-1}$ , par la consommation, en kg et le coefficient de dose par ingestion,  $\text{CD}_{\text{ing } i,j}$ , soit efficace, soit à la thyroïde, qui s'exprime en Sv par Bq ingéré :

$$\text{Dose ingestion} = \sum_i (\text{Act aliment } i \times \text{conso } j \times \text{CD ingestion } i,j)$$

## III.2 - ORIGINE DES DONNEES

### III.2.1 - COEFFICIENTS DE DOSE

#### III.2.1.1 - Doses efficaces internes

Pour le calcul des doses efficaces internes, par inhalation et par ingestion, les coefficients de dose proviennent de l'arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 [2]. Ils sont rappelés dans le Tableau 31 et le Tableau 32, pages 42 et 43.

Dans le cas des doses par inhalation, la forme physico-chimique associée aux différents isotopes est celle recommandée, soit par ce même arrêté, soit par la Directive Européenne [3], soit par la CIPR 71-72 [4]. En ce qui concerne les doses à la thyroïde, les coefficients de dose proviennent de la CIPR 71-72. Pour la voie inhalation, les coefficients de dose correspondent à une granulométrie des aérosols de 1  $\mu\text{m}$ , valeur habituellement utilisée pour les calculs de dose au public.

Les coefficients de dose à la thyroïde figurent dans le Tableau 33 et le Tableau 34, pages 43 et 44.

Pour la voie inhalation, l'iode est supposé émis sous forme vapeur.

Le panache étant arrivé de nuit sur Tureia, les débits respiratoires sont ceux indiqués dans la CIPR-66 pendant le sommeil [5].

| Classe d'âge                                            | Bébé                 | 1-2 ans              | 2-7 ans              | 7-12 ans             | 12-17 ans            | Adulte               |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Débit respiratoire ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) | $2,50 \cdot 10^{-5}$ | $4,17 \cdot 10^{-5}$ | $6,67 \cdot 10^{-5}$ | $8,61 \cdot 10^{-5}$ | $1,17 \cdot 10^{-4}$ | $1,25 \cdot 10^{-4}$ |

**Tableau 1 : Débits respiratoires utilisés pour les différentes classes d'âge ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )**

#### III.2.1.2 - Doses efficaces externes

Pour la voie irradiation externe par le panache et les dépôts, les coefficients de dose proviennent du rapport Federal Guidance n°12 [6]. Les coefficients de dose due au dépôt sont rappelés dans le Tableau 31, page 42.

Dans les calculs de dose due aux dépôts présentés dans cette étude, on suppose que les personnes passent 2/3 de leur temps à l'extérieur sur les dépôts. Cette hypothèse est conservative, notamment sur des longues périodes.

### III.2.2 - RATION ALIMENTAIRE

Dans les documents de base, la ration alimentaire n'est disponible que pour des adultes. Pour les autres classes d'âge, on a évalué une consommation fonction de l'âge, qui est indiquée dans les différents tableaux présentant les résultats des doses.

| Catégorie                    | Aliment            | Tureia      |               |
|------------------------------|--------------------|-------------|---------------|
|                              |                    | Quantité    |               |
|                              |                    | par aliment | par catégorie |
| boisson                      | eau                | 1000        |               |
|                              | eau de citerne     |             |               |
|                              | eau de coco        | 2000        |               |
|                              | lait               |             |               |
| poissons                     | thon               |             | 470           |
|                              | bonite             |             |               |
|                              | ature              |             |               |
|                              | inaa               | 30          |               |
|                              | poissons haute mer | 440         |               |
| viandes                      | poisson lagon      |             |               |
|                              | poulet             | 10          | 30            |
|                              | porc               | 10          |               |
|                              | bœuf               |             |               |
| mollusques                   | chien              | 10          |               |
|                              | turbo              | 60          | 190           |
|                              | bénitier           | 100         |               |
|                              | poulpe             | 30          |               |
|                              | autres mollusques  |             |               |
| crustacés                    | chevrettes         |             | 20            |
|                              | langouste          | 20          |               |
| coprah                       |                    | 220         | 220           |
| fruits plantes arborescentes | banane             | 50          | 170           |
|                              | papaye             | 60          |               |
|                              | citron             |             |               |
|                              | mangue             |             |               |
|                              | avocat             |             |               |
|                              | pamplemousse       |             |               |
|                              | uru                | 60          |               |
|                              | autres fruits      |             |               |
| fruits plantes herbacées     | ananas             |             |               |
|                              | tomates            |             |               |
|                              | concombre          |             |               |
|                              | aubergine          |             |               |
|                              | autres fruits      |             |               |
| légumes feuilles             | salade             |             |               |
|                              | chou               |             |               |
|                              | poireau            |             |               |
|                              | fafa               |             |               |
|                              | autres légumes     |             |               |



| Catégorie             | Aliment                     | Tureia      |               |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|---------------|
|                       |                             | Quantité    |               |
|                       |                             | par aliment | par catégorie |
| racines et tubercules | taro                        |             |               |
|                       | patate douce                |             |               |
|                       | tarua                       |             |               |
|                       | navet                       |             |               |
|                       | carotte                     |             |               |
|                       | manioc                      |             |               |
|                       | autres                      |             |               |
|                       | <b>total origine locale</b> |             | <b>1100</b>   |

**Tableau 2 : Rations alimentaires considérées dans cette étude (g.j<sup>-1</sup>)**

#### IV - DONNEES METEOROLOGIQUES

L'essai ENCELADE a subi un retard de quelques jours à cause de conditions météorologiques défavorables. En effet, quelques jours avant l'opération, une petite dépression s'était creusée très vite entre Hao et Hereheretue, sur un front froid intéressant l'archipel des Tuamotu.

Cette dépression a fait route au sud-est et s'est traduite, à Mururoa, par quelques heures de calme complet, puis une montée brutale des vents à 15 à 18 m.s<sup>-1</sup> (30 à 35 nœuds), accompagnée d'une rotation de 90° et de forts grains de pluie.

Le jour du tir, les vents au sol venaient du sud-est avec une vitesse de 5 m.s<sup>-1</sup>. En altitude, le régime des vents était mal établi. Les vents venaient du sud-ouest, avec une vitesse assez faible, de l'ordre de 10 m.s<sup>-1</sup> à 9000 m. Pour des niveaux supérieurs, les vents venaient de l'ouest avec des vitesses de l'ordre de 20 m.s<sup>-1</sup>. La tête du nuage, qui s'est stabilisé à H+10 minutes, a atteint 17 000 m, sa base 13 500 m. Son rayon était de 13 000 m.

Il a plu à Tureia entre H+10 (c'est-à-dire vers 20h15 Victor) et H+11.

## V - TERME SOURCE

Le CEA/DAM a évalué le nombre de noyaux d'environ 1300 isotopes, stables et radioactifs, émis dans le panache à l'instant initial.

### V.1 - ACTIVITES EMISES

A l'instant initial, l'activité totale est due à des isotopes tels que  $^{97}\text{Sr}$ ,  $^{96}\text{Sr}$ ,  $^{128}\text{In}$ ,  $^{95}\text{Rb}$ ,  $^{98}\text{Y}$ , ..., isotopes de périodes très courtes (inférieures à quelques secondes) et qui ne sont pas, pour la plupart, dans les bases de données de coefficients de dose.

### V.2 - ISOTOPES PREPONDERANTS LORS DE L'ARRIVEE A TUREIA

Le terme source calculé par le CEA/DAM a été exploité à l'aide de la version 3.1 de la base de données JEFF [1], afin de connaître l'évolution de la répartition en isotopes à différents instants, notamment à  $T + 8\text{h}50$ , temps d'arrivée du panache à Tureia.

A l'heure de la retombée maximale à Tureia, c'est-à-dire environ 15 heures après l'essai, les isotopes majoritaires en terme d'activité sont  $^{135}\text{Xe}$ ,  $^{93}\text{Y}$ ,  $^{92}\text{Y}$ ,  $^{97}\text{Nb}$  ... qui correspondent chacun à plus de 6,5% de l'activité globale (cf. Tableau 21). L'isotope  $^{133}\text{I}$  contribue à 6,4% de l'activité et  $^{135}\text{I}$  contribue à 6,1% de l'activité totale.



## VI - BILAN DES MESURES ENVIRONNEMENT

### VI.1 - MESURES "PHYSIQUES"

A Tureia, le début de la retombée, due principalement à des précipitations, a été observé à H+8h50 (c'est-à-dire 19h05 V, heure locale).

Le maximum de cette retombée a été observé de H+12h35 à H+15h10, c'est-à-dire durant la nuit, entre 22h50 V et 01h35 V. La fin de la retombée est estimée à H+24.

Le débit de dose associé était de 30 à 60  $\mu\text{Gy.h}^{-1}$  (3 à 6 mrad  $\text{h}^{-1}$ ).

#### VI.1.1 - ACTIVITES DANS L'AIR

*On dispose de mesures de l'activité dans l'air après l'essai ENCELADE ; ces mesures ne sont citées ici qu'à titre indicatif ; elles ne sont pas utilisées dans les calculs d'impact ultérieurs car il s'agit de valeurs instantanées, insuffisantes pour le calcul de la dose par irradiation externe par le panache et de la dose interne par inhalation.*

L'activité maximale relevée à Tureia est de 66  $\text{Bq.m}^{-3}$  dans l'après-midi du 13 juillet 1971. Du 12 juin au 15 juillet 1971, l'activité volumique intégrée sur le temps est de l'ordre de 88  $\text{Bq.j.m}^{-3}$  (cf. Tableau 22, page 35).

#### VI.1.2 - DEPOTS

A Tureia, un prélèvement réalisé pendant la retombée a indiqué un dépôt de  $1,2 \cdot 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$ . Le dépôt maximal était de  $2,2 \cdot 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$  ( $600 \mu\text{Ci.m}^{-2}$ ).

#### VI.1.3 - EAUX DE BOISSON

Les mesures de l'activité de l'eau prélevée dans des citernes de Tureia disponibles figurent en annexe, du Tableau 23 au Tableau 26, page 36.

Les activités maximales sont observées dans les citernes de Fariki et de Tavana ( $74000$  et  $70300 \text{ Bq.l}^{-1}$ ), le jour des retombées (13 juin 1971).

## VI.2 - MESURES DANS LES MILIEUX BIOLOGIQUES

Les mesures dans les milieux biologiques sont limitées ; elles sont indiquées en annexe, page 37 et suivantes. Le Tableau 27 présente une synthèse des activités dans différents aliments prélevés à Tureia, après l'essai.

### VI.2.1 - MOLLUSQUES ET CRUSTACES

Les activités les plus importantes ont été relevées dans un bénitier et un turbo ; dans ces deux aliments, l'activité globale est légèrement inférieure à  $2000 \text{ Bq.kg}^{-1}$  (cf. Tableau 27).

Le Tableau 30 indique près de  $2000 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$ ,  $126 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{131}\text{I}$  et  $74 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{103}\text{Ru}$ , dans du turbo prélevé en juillet 1974. Les activités  $\beta$  globales déduites des différentes mesures par isotope, en supposant que la répartition de l'activité des isotopes est identique entre le terme source et les mollusques, varient de près de  $29000 \text{ Bq.kg}^{-1}$  (en partant de la mesure en  $^{95}\text{Zr}$ ) à  $2500 \text{ Bq.kg}^{-1}$  au plus à partir de l'activité des autres isotopes. Etant donné que la date exacte du prélèvement n'est pas connue et qu'elle conduit à des résultats peu cohérents sur l'activité globale, les mesures d'activité dans le turbo ne sont pas utilisées dans la suite.

Les activités dans la langouste sont de  $22 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  et  $19 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{103}\text{Ru}$  le 14 août (cf. Tableau 30). Selon l'isotope considéré, l'activité globale est alors de  $171 \text{ Bq.kg}^{-1}$  ou  $262 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Cette mesure étant tardive et conduisant à une activité globale plus faible que celle mesurée dans des mollusques (de l'ordre de  $2000 \text{ Bq.kg}^{-1}$  le 2 juillet dans du bénitier et du turbo - cf. Tableau 27 et Tableau 30), ces mesures ne seront pas non plus prises en compte dans les calculs.

### VI.2.2 - VEGETAUX

Quelques mesures dans les végétaux de Tureia et dans de l'eau de coco sont également disponibles. Les mesures dans les végétaux sont relativement tardives, du 15 au 21 juillet, (cf. Tableau 28, page 37). Du  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{95}\text{Zr}$  et  $^{90}\text{Sr}$  ont été mesurés dans l'eau de coco le 12 juillet (cf. Tableau 29, page 38).

### VI.2.3 - VIANDE

L'activité maximale dans du poulet est de  $54 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , le 22 juillet 1971 (cf. Tableau 27), c'est-à-dire plus d'un mois après l'essai.

D'autres mesures dans des produits animaux, terrestres ou marins, figurent dans le Tableau 30, page 40. Si on utilise les activités mesurées dans du poulet indiquées dans ce tableau ( $14,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  et  $5,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{103}\text{Ru}$  le 7 juillet), en supposant, faute d'informations plus précises sur les transferts, que la répartition en activité des différents isotopes est identique dans le terme source et le poulet, l'activité globale calculée dans le poulet varie, selon l'isotope, entre  $200 \text{ Bq.kg}^{-1}$  et  $100 \text{ Bq.kg}^{-1}$ .

### VI.2.4 - POISSON

L'activité globale maximale dans du poisson de lagon est de  $54 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , le 7 juillet 1971 (cf. Tableau 27). A la même date, l'activité mesurée dans le poisson de récif est de  $23 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Le 25 juin, l'activité dans du poisson de traine est de  $43 \text{ Bq.kg}^{-1}$ .

Si on utilise les activités des isotopes, telles que celles présentées dans le Tableau 30 ( $25,9 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  dans du perroquet le 2 juillet), en supposant faute d'informations plus précises sur les transferts, que la répartition en activité des différents isotopes est identique dans le terme source et le poisson, l'activité globale dans le poisson est de l'ordre de  $400 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , ce qui est plus élevé que les mesures. Cette valeur permettra de calculer une dose "maximale".



## VII - CALCULS DE DOSES

Dans les calculs, on considère que le panache est arrivé à H+15 à Tureia, valeur intermédiaire entre H+9 h (arrivée de la retombée) et H+24 (fin de la retombée) et cohérente avec l'heure de la retombée maximale (entre H+12h35 et H+15h10).

### VII.1 - DOSES PAR INHALATION

L'activité dans l'air des différents isotopes est estimée en prenant en compte deux vitesses de dépôt :

- une vitesse de dépôt de  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ , conduisant aux activités dans l'air les plus élevées, et une évaluation maximale de la dose due à l'irradiation externe par le panache et de la dose par inhalation,
- une vitesse de dépôt assez élevée,  $3 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$ , valeur proposée historiquement pour des retombées proches.

L'activité volumique dans l'air, intégrée sur le temps de la retombée, est déduite de la valeur de dépôt la plus élevée relevée à Tureia, à savoir  $2,2 \cdot 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$ . On a considéré que les activités à l'intérieur des habitations sont deux fois plus faibles que les activités déduites du dépôt, à l'extérieur.

Les débits respiratoires sont les débits correspondant au sommeil (cf. Tableau 1, page 10).

#### VII.1.1 - DOSE EFFICACE PAR INHALATION

| Classe d'âge                                            |                   | Bébé                 | 1-2 ans              | 2-7 ans              | 7-12 ans             | 12-17 ans            | Adulte               |
|---------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Débit respiratoire ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) |                   | $2,50 \cdot 10^{-5}$ | $4,17 \cdot 10^{-5}$ | $6,67 \cdot 10^{-5}$ | $8,61 \cdot 10^{-5}$ | $1,17 \cdot 10^{-4}$ | $1,25 \cdot 10^{-4}$ |
| Vitesse de dépôt ( $\text{m.s}^{-1}$ )                  | $3 \cdot 10^{-1}$ | 0,007                | 0,010                | 0,009                | 0,006                | 0,005                | 0,004                |
|                                                         | $5 \cdot 10^{-2}$ | 0,044                | 0,062                | 0,051                | 0,035                | 0,032                | 0,024                |

**Tableau 3 : Dose efficace par inhalation pour différentes classes d'âge (mSv)**

La dose efficace la plus élevée, de l'ordre de 0,06 mSv, est calculée pour la vitesse de dépôt de  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$  car l'activité volumique intégrée sur le temps de la retombée est plus importante avec cette hypothèse.

#### VII.1.2 - DOSE A LA THYROÏDE PAR INHALATION

| Classe d'âge                                            |                   | Bébé                 | 1-2 ans              | 2-7 ans              | 7-12 ans             | 12-17 ans            | Adulte               |
|---------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Débit respiratoire ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) |                   | $2,50 \cdot 10^{-5}$ | $4,17 \cdot 10^{-5}$ | $6,67 \cdot 10^{-5}$ | $8,61 \cdot 10^{-5}$ | $1,17 \cdot 10^{-4}$ | $1,25 \cdot 10^{-4}$ |
| Vitesse de dépôt ( $\text{m.s}^{-1}$ )                  | $3 \cdot 10^{-1}$ | 0,09                 | 0,14                 | 0,12                 | 0,07                 | 0,06                 | 0,04                 |
|                                                         | $5 \cdot 10^{-2}$ | 0,54                 | 0,82                 | 0,70                 | 0,42                 | 0,36                 | 0,25                 |

**Tableau 4 : Dose à la thyroïde par inhalation pour différentes classes d'âge (mSv)**

La dose à la thyroïde la plus élevée, de l'ordre de 0,8 mSv, est calculée pour un enfant âgé de 1 à 2 ans pour la vitesse de dépôt de  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$  car, d'une part l'activité volumique intégrée sur le temps de la retombée est plus importante avec cette hypothèse de vitesse de dépôt, d'autre part, le produit du coefficient de dose à la thyroïde par inhalation et du débit respiratoire est le plus élevé pour cette classe d'âge.

## VII.2 - DOSES PAR IRRADIATION EXTERNE

Ces doses sont identiques quel que soit l'âge de l'individu.

### VII.2.1 - IRRADIATION EXTERNE PAR LE PANACHE

La dose par irradiation par le panache est calculée pour un individu présent dans son habitation pendant le passage du panache. Comme indiqué plus haut, on a considéré que les activités à l'intérieur des habitations étaient deux fois plus faibles que les activités déduites du dépôt, à l'extérieur.

Pour les aérosols, l'activité volumique de l'air intégrée sur le temps de passage du panache est identique à celle utilisée pour le calcul de la dose par inhalation. Le rapport entre les gaz rares et les autres isotopes du terme source est déduit de celui estimé à partir de l'évolution dans le temps du terme source.

L'isotope qui contribue le plus à la dose, à 17%, est le  $^{135}\text{I}$ .

|                                        |                               |                |
|----------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Dépôt ( $\text{Bq.m}^{-2}$ )           | $2,2. 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$ |                |
| Vitesse de dépôt ( $\text{m.s}^{-1}$ ) | $5. 10^{-2}$                  | $3. 10^{-1}$   |
| Dose tous isotopes (mSv)               | $8. 10^{-3}$                  | $1,3. 10^{-3}$ |

**Tableau 5 : Dose efficace par irradiation par le panache (mSv)**

La dose par irradiation externe par le panache est extrêmement faible, toujours inférieure à 0,01 mSv, quelle que soit la vitesse de dépôt associée au dépôt.

### VII.2.2 - IRRADIATION EXTERNE PAR LES DEPOTS

Connaissant l'activité déposée pour les différents isotopes, on peut en déduire, dans un premier temps, le débit de dose dû au dépôt, puis par intégration pour différents temps d'exposition, la dose due au dépôt. Celle-ci évolue au cours du temps, selon la durée de présence de l'individu considéré sur le dépôt. Elle perdure au-delà du passage du panache.

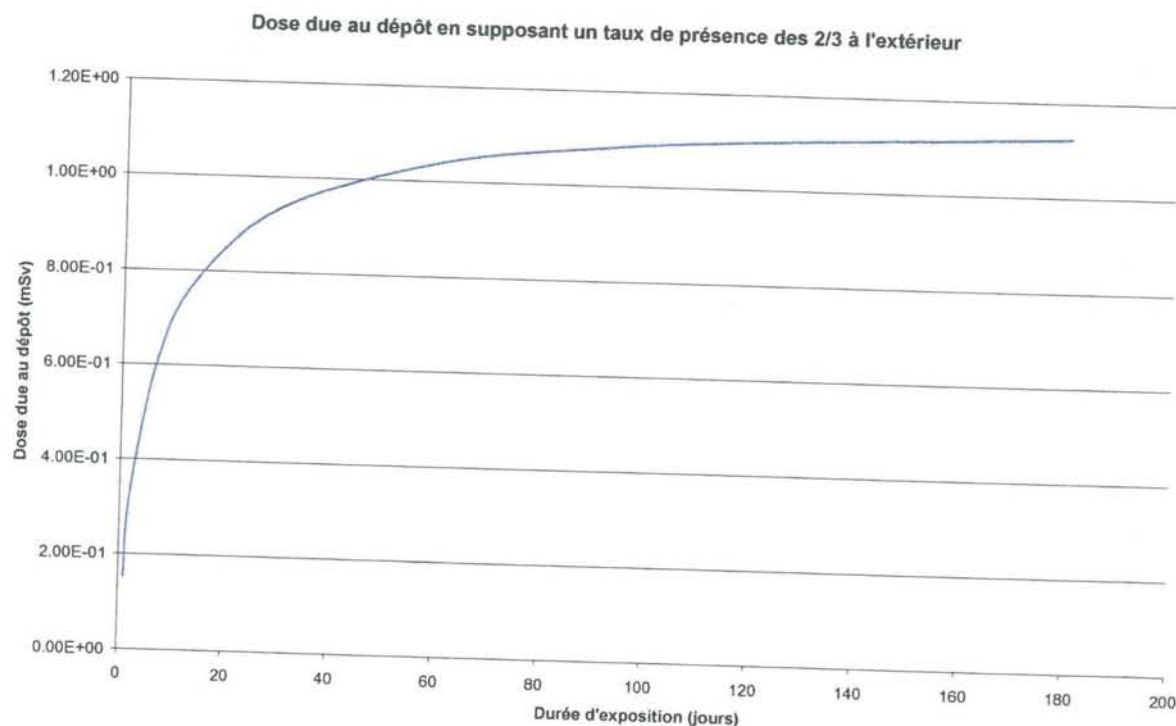
On a supposé que l'irradiation due au dépôt est nulle pendant la nuit, c'est-à-dire pendant les 6 premières heures ; de plus, on a supposé que, par la suite, les personnes passaient 2/3 du temps à l'extérieur, quelle que soit la durée d'exposition.

Le débit de dose calculé à H+12 est de  $18 \mu\text{Sv.h}^{-1}$ . Cette valeur est environ trois fois plus faible que la mesure de  $60 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ , relevée à proximité du dépôt de  $2,2. 10^7 \text{ Bq.m}^{-2}$ . Elle est toutefois globalement cohérente avec cette mesure.



| Dépôt initial | 2,2. 10 <sup>7</sup> Bq.m <sup>-2</sup> | Isotopes contribuant le plus à la dose                                                                                     |
|---------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| tps présence  | dose dépôt (mSv)                        |                                                                                                                            |
| 1 jour        | 0,15                                    | <sup>132</sup> Te (17%), <sup>97</sup> Zr (15%), <sup>135</sup> I (14%), <sup>91</sup> Sr (13%),<br><sup>133</sup> I (12%) |
| 2 jours       | 0,33                                    | <sup>132</sup> Te (21%), <sup>97</sup> Zr (14%), <sup>133</sup> I (12%), <sup>135</sup> I (11%),<br><sup>91</sup> Sr (11%) |
| 1 semaine     | 0,62                                    | <sup>132</sup> Te (29%), <sup>140</sup> Ba (16%), <sup>97</sup> Zr (10%), <sup>133</sup> I (9%),<br><sup>91</sup> Sr (7%)  |
| 2 semaines    | 0,78                                    | <sup>132</sup> Te (29%), <sup>140</sup> Ba (22%), <sup>97</sup> Zr (8%), <sup>133</sup> I (7,5%),<br><sup>91</sup> Sr (6%) |
| 1 mois        | 0,94                                    | <sup>140</sup> Ba (28%), <sup>132</sup> Te (26%), <sup>97</sup> Zr (7%), <sup>133</sup> I (6%),<br><sup>91</sup> Sr (5%)   |
| 6 mois        | 1,12                                    | <sup>140</sup> Ba (30%), <sup>132</sup> Te (22%), <sup>95</sup> Zr (9%), <sup>97</sup> Zr (6%),<br><sup>133</sup> I (5%)   |

**Tableau 6 : Evolution de la dose efficace par irradiation due aux dépôts en fonction du temps d'exposition – présence des 2/3 à l'extérieur**



**Figure 1 : Evolution de la dose due au dépôt (mSv) en fonction du temps de présence pour un dépôt de 2,2. 10<sup>7</sup> Bq.m<sup>-2</sup>**

La dose due au dépôt augmente rapidement au début de l'exposition. Par la suite, après la disparition des isotopes à vie courte, elle se stabilise à environ 1,1 mSv après 6 mois avec un taux de présence des 2/3 à l'extérieur.

### VII.3 - DOSES PAR INGESTION AVEC PRISE EN COMPTE DE RATIONS ALIMENTAIRES

Les quantités ingérées quotidiennement par les adultes sont indiquées dans le Tableau 2, page 12.

Il faut noter qu'à Tureia, il n'y a, ni consommation de légumes feuilles, ni consommation de lait produit localement. Ces voies d'atteinte ne sont donc pas prises en compte dans les calculs.

#### VII.3.1 - DOSE DUE A LA CONSOMMATION D'EAU DE CITERNE

Deux calculs sont effectués à partir des mesures dans les citernes de Tureia :

- à partir d'une mesure d'activité en  $\beta$ - $\gamma$  global de  $7,4 \cdot 10^4 \text{ Bq.l}^{-1}$  dans l'eau de la citerne de Fariki, le 13 juin (cf. Tableau 23), permettant d'évaluer une dose pouvant être qualifiée de "maximale",
- à partir d'une mesure d'activité en  $\beta$ - $\gamma$  global de  $1 \cdot 10^4 \text{ Bq.l}^{-1}$  dans l'eau de la citerne de l'église, le 13 juin (cf. Tableau 25), permettant d'estimer une dose "minimale".

Les consommations d'eau sont fonction de la classe d'âge et du lieu d'habitation.

On a utilisé la valeur de l'activité dans l'eau de citerne mesurée le 13 juin, que l'on a fait décroître pendant 1 mois.

On a supposé que la répartition de l'activité des différents isotopes est identique entre le terme source et l'eau aux différents instants.

##### VII.3.1.1 - Dose efficace

| Classe d'âge                | Citerne | Activité           | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte |
|-----------------------------|---------|--------------------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| Conso ( $\text{l.j}^{-1}$ ) |         | $\text{Bq.l}^{-1}$ | 0,30       | 0,5     | 0,5     | 0,75     | 1         | 1      |
| Dose totale (mSv)           | Eglise  | $1 \cdot 10^4$     | 0,2        | 0,25    | 1,13    | 0,11     | 0,09      | 0,06   |
| Dose totale (mSv)           | Fariki  | $7,4 \cdot 10^4$   | 1,4        | 1,8     | 0,90    | 0,76     | 0,61      | 0,45   |

**Tableau 7 : Dose efficace (mSv) due à la consommation d'eau**

Compte tenu des hypothèses de quantité d'eau consommée, la dose efficace la plus élevée est calculée pour un enfant âgé de 1 à 2 ans. Elle varie de 0,25 à 1,8 mSv selon l'activité initiale.

##### VII.3.1.2 - Dose à la thyroïde

| Classe d'âge                | Citerne | Activité           | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte |
|-----------------------------|---------|--------------------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| Conso ( $\text{l.j}^{-1}$ ) |         | $\text{Bq.l}^{-1}$ | 0,30       | 0,5     | 0,5     | 0,75     | 1         | 1      |
| Dose totale (mSv)           | Eglise  | $1 \cdot 10^4$     | 2          | 3       | 1,7     | 1,2      | 1,0       | 0,66   |
| Dose totale (mSv)           | Fariki  | $7,4 \cdot 10^4$   | 14,5       | 21,1    | 11,8    | 8,3      | 7,3       | 4,7    |

**Tableau 8 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation d'eau**

Compte tenu des hypothèses de quantité d'eau consommée, les doses les plus élevées sont calculées pour des enfants âgés de 1 à 2 ans. Selon l'activité initiale, ces doses à la thyroïde varient de 3 à 21 mSv.

### VII.3.2 - DOSE DUE A LA CONSOMMATION D'EAU DE COCO

Un calcul a été réalisé à partir de mesures de dans de l'eau de coco le 12 juillet et le 10 août ( $3,7 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{137}\text{Cs}$ ,  $0,7 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  et  $0,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{90}\text{Sr}$  ; cf. Tableau 29), en considérant une consommation pendant 6 mois.

Selon l'isotope considéré, l'activité globale est de  $5590 \text{ Bq.kg}^{-1}$  ( $^{137}\text{Cs}$ ), de  $5,5 \text{ Bq.kg}^{-1}$  ( $^{95}\text{Zr}$ ) et de  $81,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$  ( $^{90}\text{Sr}$ ). Les mesures de  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{90}\text{Sr}$ , intégrant certainement des reliquats d'activité dus à d'autres essais, ne sont pas prises en compte dans le calcul de dose. C'est la valeur de  $^{95}\text{Zr}$  qui permet de remonter à l'activité totale la plus réaliste car la contribution des essais précédents est faible pour cet isotope.

#### VII.3.2.1 - Dose efficace due à la consommation d'eau de coco

| Classe d'âge                 | Isotope          | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans             | 7-12 ans            | 12-17 ans           | Adulte              |
|------------------------------|------------------|------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |                  | 0,60       | 1       | 1                   | 1,5                 | 2                   | 2                   |
| Dose 6 mois (mSv)            | $^{95}\text{Zr}$ | 0,011      | 0,012   | $5,6 \cdot 10^{-3}$ | $5,4 \cdot 10^{-3}$ | $4,3 \cdot 10^{-3}$ | $3,5 \cdot 10^{-3}$ |

**Tableau 9 : Dose efficace (mSv) due à la consommation d'eau de coco – calcul à partir de l'activité mesurée en  $^{95}\text{Zr}$**

Quelle que soit la classe d'âge, la dose efficace due à la consommation d'eau de coco est au plus de 0,012 mSv, pour un nourrisson ou un enfant âgé de 1 à 2 ans.

#### VII.3.2.2 - Dose à la thyroïde due à la consommation d'eau de coco

| Classe d'âge                 | Isotope          | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans            | 12-17 ans           | Adulte              |
|------------------------------|------------------|------------|---------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |                  | 0,60       | 1       | 1       | 1,5                 | 2                   | 2                   |
| Dose 6 mois (mSv)            | $^{95}\text{Zr}$ | 0,015      | 0,023   | 0,013   | $9,5 \cdot 10^{-3}$ | $8,7 \cdot 10^{-3}$ | $5,5 \cdot 10^{-3}$ |

**Tableau 10 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation d'eau de coco – calcul à partir de l'activité mesurée en  $^{95}\text{Zr}$**

Quelle que soit la classe d'âge, la dose à la thyroïde due à la consommation d'eau de coco est au plus de 0,023 mSv, pour un enfant âgé de 1 à 2 ans.



### VII.3.3 - DOSE DUE A LA CONSOMMATION DE FRUITS

Deux calculs ont été réalisés :

- le premier à partir d'une mesure de  $2,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  dans de la papaye, le 21 juillet (cf. Tableau 28), en considérant une consommation pendant 6 mois. L'activité globale déduite de cette mesure est de  $25,9 \text{ Bq.kg}^{-1}$ .
- le second à partir de la mesure en  $^{95}\text{Zr}$  de  $2,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$  dans du coprah le 21 juillet (cf. Tableau 28). L'activité globale déduite de cette mesure est de  $22,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$ .

La consommation en papaye prend en compte la consommation totale de fruits pendant 6 mois (cf. Tableau 2), en supposant que l'activité reste égale à la valeur mesurée pendant 6 mois.

De même, la dose due à la consommation de coprah est calculée en supposant que l'activité reste égale à la valeur mesurée pendant 6 mois.

On considère des consommations fonction de la classe d'âge et on a supposé que le nourrisson ne consomme pas de fruits.

#### VII.3.3.1 - Dose efficace due à la consommation de fruits

| Classe d'âge                 | Aliment | nourrisson | 1-2 ans        | 2-7 ans        | 7-12 ans       | 12-17 ans      | Adulte         |
|------------------------------|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |         | 0          | 0,03           | 0,05           | 0,1            | 0,17           | 0,17           |
| Dose 6 mois (mSv)            | Papaye  | -          | $2,1. 10^{-3}$ | $1,7. 10^{-3}$ | $2,2. 10^{-3}$ | $2,2. 10^{-3}$ | $1,7. 10^{-3}$ |
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |         | -          | 0,1            | 0,1            | 0,15           | 0,22           | 0,22           |
| Dose 6 mois (mSv)            | Coprah  | -          | $6,1. 10^{-3}$ | $2,9. 10^{-3}$ | $2,8. 10^{-3}$ | $2,4. 10^{-3}$ | $1,9. 10^{-3}$ |

**Tableau 11 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de fruits – calcul à partir de l'activité mesurée en  $^{95}\text{Zr}$**

Quelle que soit la classe d'âge, la dose efficace due à la consommation de papaye est inférieure à  $2,5. 10^{-3} \text{ mSv}$ . La dose due à la consommation de coprah est plus élevée ; elle est au plus de l'ordre de  $0,006 \text{ mSv}$  pour un enfant âgé de 1 à 2 ans.

#### VII.3.3.2 - Dose à la thyroïde due à la consommation de fruits

| Classe d'âge                 | Aliment | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte |
|------------------------------|---------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |         | 0          | 0,03    | 0,05    | 0,1      | 0,17      | 0,17   |
| Dose 6 mois (mSv)            | Papaye  | -          | 0,01    | 0,011   | 0,011    | 0,012     | 0,0077 |
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |         | -          | 0,1     | 0,1     | 0,15     | 0,22      | 0,22   |
| Dose 6 mois (mSv)            | Coprah  | -          | 0,03    | 0,02    | 0,014    | 0,013     | 0,008  |

**Tableau 12 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de fruits calcul à partir de l'activité mesurée en  $^{95}\text{Zr}$**

Quelle que soit la classe d'âge, la dose à la thyroïde due à la consommation de papaye est inférieure à  $0,015 \text{ mSv}$ . La dose à la thyroïde due à la consommation de coprah est au plus de  $0,03 \text{ mSv}$ , pour un enfant âgé de 1 à 2 ans.

### VII.3.4 - DOSE DUE A LA CONSOMMATION DE PRODUITS ANIMAUX

#### VII.3.4.1 - Consommation de viande

Deux calculs ont été effectués :

- le premier à partir des mesures de l'activité ( $54 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $\beta$  global) dans du poulet le 22 juillet (cf. Tableau 27), permettant d'évaluer une dose "minimale",
- le deuxième à partir de la mesure de  $14,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  dans du poulet le 7 juillet (cf. Tableau 30), l'activité globale correspondante est de  $189 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , permettant d'évaluer une dose "maximale".

Faute d'informations précises sur les transferts des différents isotopes à la viande, on a supposé que le rapport des activités dans le dépôt et la viande est identique.

On considère des consommations fonction de la classe d'âge et on a supposé que le nourrisson ne consomme pas de viande.

La consommation est supposée se produire quotidiennement pendant 6 mois, en supposant que l'activité reste égale à la valeur mesurée pendant 6 mois.

#### Dose efficace

| Classe d'âge                 | Activité            | nourrisson | 1-2 ans             | 2-7 ans             | 7-12 ans            | 12-17 ans           | Adulte              |
|------------------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) | $\text{Bq.kg}^{-1}$ | 0          | 0,01                | 0,01                | 0,015               | 0,03                | 0,03                |
| Dose 6 mois (mSv)            | 54                  | -          | $1,4 \cdot 10^{-3}$ | $6,8 \cdot 10^{-4}$ | $6,6 \cdot 10^{-4}$ | $7,7 \cdot 10^{-4}$ | $6,0 \cdot 10^{-4}$ |
| Dose 6 mois (mSv)            | 189                 | -          | $6,8 \cdot 10^{-3}$ | $3,3 \cdot 10^{-3}$ | $3,1 \cdot 10^{-3}$ | $3,6 \cdot 10^{-3}$ | $2,8 \cdot 10^{-3}$ |

**Tableau 13 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de viande (poulet)**

La dose efficace due à la consommation de viande la plus élevée est calculée pour un enfant âgé de 1 à 2 ans. Elle est au plus de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-3}$  mSv.

#### Dose à la thyroïde

| Classe d'âge                 | Activité            | nourrisson | 1-2 ans             | 2-7 ans             | 7-12 ans            | 12-17 ans           | Adulte              |
|------------------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) | $\text{Bq.kg}^{-1}$ | 0          | 0,01                | 0,01                | 0,015               | 0,03                | 0,03                |
| Dose 6 mois (mSv)            | 54                  | -          | $7,0 \cdot 10^{-3}$ | $4,1 \cdot 10^{-3}$ | $2,9 \cdot 10^{-3}$ | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| Dose 6 mois (mSv)            | 189                 | -          | $5,6 \cdot 10^{-2}$ | $3,3 \cdot 10^{-2}$ | $2,3 \cdot 10^{-2}$ | $3,2 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^{-2}$ |

**Tableau 14 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de viande (poulet)**

Pour les enfants âgés de 1 à 2 ans, classe d'âge pour laquelle la dose est la plus élevée, la dose à la thyroïde due à la consommation de viande est au plus de 0,060 mSv.



### VII.3.4.2 - Consommation de poissons

Plusieurs calculs sont effectués :

- le premier à partir de la valeur de  $23 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en activité globale dans du poisson de récif le 7 juillet (cf. Tableau 27), conduisant à une dose "minimale",
- le second à partir de la valeur de  $54 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en activité globale dans du poisson de lagon le 7 juillet (cf. Tableau 27),
- le troisième à partir d'une mesure de  $25,9 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  dans du perroquet le 2 juillet (cf. Tableau 30). L'activité globale calculée est alors de  $396 \text{ Bq.kg}^{-1}$  et permet d'évaluer une dose "maximale".

Faute d'informations précises sur les transferts des différents isotopes aux poissons, on a supposé que le rapport des activités dans le dépôt et les poissons est identique.

On considère des consommations fonction de la classe d'âge et on a supposé que le nourrisson ne consomme pas de poisson.

La consommation est supposée se produire quotidiennement pendant 6 mois, en supposant que l'activité reste égale pendant 6 mois à la valeur mesurée, ce qui est a priori pénalisant. Toutefois, cette hypothèse est prise en compte car les mesures disponibles sont tardives. Il est donc possible que des concentrations plus élevées aient été intégrées dans le poisson à des dates plus proches des retombées, conduisant à rendre réaliste l'hypothèse prise en compte.

#### Dose efficace

| Classe d'âge                 | Poisson   | nourrisson | 1-2 ans             | 2-7 ans             | 7-12 ans            | 12-17 ans           | Adulte              |
|------------------------------|-----------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |           | 0          | 0,15                | 0,20                | 0,30                | 0,47                | 0,47                |
| Dose 6 mois (mSv)            | Récif     | -          | $1,3 \cdot 10^{-2}$ | $8,5 \cdot 10^{-3}$ | $7,2 \cdot 10^{-3}$ | $6,4 \cdot 10^{-3}$ | $5,1 \cdot 10^{-3}$ |
| Dose 6 mois (mSv)            | Lagon     | -          | 0,03                | 0,02                | 0,018               | 0,017               | 0,013               |
| Dose 6 mois (mSv)            | Perroquet | -          | 0,24                | 0,15                | 0,14                | 0,13                | 0,10                |

**Tableau 15 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de poissons**

La dose efficace due à la consommation de poissons est de l'ordre de 0,24 mSv pour un enfant âgé de 1 à 2 ans en supposant une consommation journalière pendant 6 mois de poissons perroquet.

#### Dose à la thyroïde

| Classe d'âge                 | Poisson   | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte |
|------------------------------|-----------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) |           | 0          | 0,15    | 0,20    | 0,3      | 0,47      | 0,47   |
| Dose 6 mois (mSv)            | Récif     | -          | 0,13    | 0,10    | 0,07     | 0,08      | 0,05   |
| Dose 6 mois (mSv)            | Lagon     | -          | 0,27    | 0,21    | 0,15     | 0,16      | 0,10   |
| Dose 6 mois (mSv)            | Perroquet | -          | 2,25    | 1,74    | 1,24     | 1,32      | 0,84   |

**Tableau 16 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de poissons**

La dose maximale à la thyroïde due à la consommation de poissons est évaluée pour un enfant âgé de 1 à 2 ans et est au plus de 2,25 mSv en supposant une consommation quotidienne de poissons perroquet.



### VII.3.4.3 - Consommation de crustacés et mollusques

Deux calculs ont été effectués à partir de mesures dans des crustacés (cf. Tableau 27) :

- le premier, à partir d'une mesure de  $603 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en activité globale dans du bénitier de récif, le 7 juillet, qui permet d'évaluer une dose "minimale",
- le second, à partir d'une mesure de  $1980 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en activité globale dans du bénitier de lagon, le 2 juillet, qui permet d'évaluer une dose "maximale".

Pour rappel, la mesure dans la langouste de  $21,8 \text{ Bq.kg}^{-1}$  en  $^{95}\text{Zr}$  le 14 août, correspondant à une activité  $\beta$  globale de  $171 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , n'a pas été exploitée car elle est tardive.

Faute d'informations précises sur l'activité de l'eau et les transferts des différents isotopes aux mollusques, on suppose que le rapport des activités dans le dépôt et les mollusques est identique.

On considère des consommations fonction de la classe d'âge et on a supposé que le nourrisson ne consomme pas de ce type d'aliment.

Faute de mesures à des dates proches de l'essai dans les crustacés, on a pris en compte une ration correspondant au total de la quantité consommée en mollusques et crustacés.

#### Dose efficace

| Classe d'âge                 | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte | mollusque      |
|------------------------------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|----------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) | 0          | 0,03    | 0,05    | 0,10     | 0,19      | 0,19   |                |
| Dose 6 mois (mSv)            | -          | 0,07    | 0,05    | 0,065    | 0,072     | 0,056  | Bénitier récif |
| Dose 6 mois (mSv)            | -          | 0,24    | 0,19    | 0,24     | 0,26      | 0,20   | Bénitier lagon |

**Tableau 17 : Dose efficace (mSv) due à la consommation de mollusques et crustacés**

Quelle que soit la classe d'âge considérée, la dose efficace due à la consommation de cet aliment est au plus de l'ordre de 0,25 mSv, en supposant une consommation journalière de mollusques et crustacés, dont l'activité reste égale pendant 6 mois à la valeur mesurée. La dose maximale est évaluée pour les enfants âgés de 12 à 17 ans, qui mangent autant que les adultes. La dose aux enfants âgés de 1 à 2 ans est similaire.

#### Dose à la thyroïde

| Classe d'âge                 | nourrisson | 1-2 ans | 2-7 ans | 7-12 ans | 12-17 ans | Adulte | Lieu           |
|------------------------------|------------|---------|---------|----------|-----------|--------|----------------|
| Conso ( $\text{kg.j}^{-1}$ ) | 0          | 0,03    | 0,05    | 0,10     | 0,19      | 0,19   |                |
| Dose 6 mois (mSv)            | -          | 0,54    | 0,52    | 0,5      | 0,64      | 0,41   | Bénitier récif |
| Dose 6 mois (mSv)            | -          | 2,25    | 2,2     | 2,1      | 2,7       | 1,7    | Bénitier lagon |

**Tableau 18 : Dose à la thyroïde (mSv) due à la consommation de mollusques**

La dose à la thyroïde due à la consommation de mollusques et crustacés est au plus de l'ordre de 3 mSv en supposant une consommation quotidienne de mollusques, dont l'activité reste égale pendant 6 mois à la valeur mesurée ; elle est évaluée pour un enfant de 12 à 17 ans.

## VIII - BILAN DES DOSES ESTIMEES

Le tableau suivant synthétise les doses calculées, en indiquant les valeurs minimales et maximales évaluées pour les enfants âgés de 1 à 2 ans, classe d'âge la plus radio-sensible, et les adultes.

| Valeur de dose           | Enfant 1-2 ans |            | Adulte              |                     |
|--------------------------|----------------|------------|---------------------|---------------------|
|                          | minimale       | maximale   | minimale            | maximale            |
| dose dépôt 6 mois        | 1,12           | 1,12       | 1,12                | 1,12                |
| dose panache             | 0,0013         | 0,008      | 0,0013              | 0,008               |
| dose efficace inhalation | 0,01           | 0,062      | 0,004               | 0,024               |
|                          |                |            |                     |                     |
| eau de citerne           | 0,25           | 1,8        | 0,06                | 0,45                |
| eau de coco              | 0,012          | 0,012      | $3,5 \cdot 10^{-3}$ | $3,5 \cdot 10^{-3}$ |
| végétaux (papaye)        | 0,002          | 0,002      | 0,0017              | 0,0017              |
| végétaux (coprah)        | 0,006          | 0,006      | 0,0019              | 0,0019              |
| viande                   | 0,0014         | 0,0068     | $6,0 \cdot 10^{-4}$ | 0,0028              |
| poissons                 | 0,013          | 0,24       | 0,0051              | 0,10                |
| mollusques               | 0,07           | 0,24       | 0,056               | 0,20                |
|                          |                |            |                     |                     |
| total ingestion          | 0,4            | 2,3        | 0,1                 | 0,8                 |
|                          |                |            |                     |                     |
| interne                  |                |            |                     |                     |
| (inhalation + ingestion) | 0,4            | 2,4        | 0,1                 | 0,8                 |
|                          |                |            |                     |                     |
| <b>total</b>             | <b>1,5</b>     | <b>3,5</b> | <b>1,3</b>          | <b>1,9</b>          |

**Tableau 19 : Synthèse des doses efficaces (mSv)**

| Valeur de dose           | Enfant 1-2 ans |          | Adulte              |                     |
|--------------------------|----------------|----------|---------------------|---------------------|
|                          | minimale       | maximale | minimale            | maximale            |
| dose thyroïde inhalation | 0,14           | 0,82     | 0,04                | 0,25                |
|                          |                |          |                     |                     |
| eau de citerne           | 3              | 21,1     | 0,66                | 4,7                 |
| eau de coco              | 0,023          | 0,023    | $5,5 \cdot 10^{-3}$ | $5,5 \cdot 10^{-3}$ |
| végétaux (papaye)        | 0,01           | 0,01     | 0,008               | 0,008               |
| végétaux (coprah)        | 0,03           | 0,03     | 0,008               | 0,008               |
| viande                   | 0,007          | 0,056    | 0,0025              | 0,02                |
| poissons                 | 0,13           | 2,25     | 0,05                | 0,84                |
| mollusques               | 0,54           | 2,25     | 0,41                | 1,7                 |
|                          |                |          |                     |                     |
| total ingestion          | 4              | 26       | 1                   | 7                   |
|                          |                |          |                     |                     |
| interne                  |                |          |                     |                     |
| (inhalation + ingestion) | 4              | 27       | 1                   | 8                   |

**Tableau 20 : Synthèse des doses internes à la thyroïde (mSv)**

## IX - COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS

La dose efficace est due à l'irradiation externe par les dépôts et, selon les activités initiales de l'eau consommée, à la consommation d'eau de citerne, qui contribue de 17% à plus de 50% à la dose efficace pour un enfant âgé de 1 à 2 ans (cf. Figure 2 et Figure 3).

Pour un adulte, la contribution de la consommation d'eau de citerne à la dose efficace varie de 5 à 24% (cf. Figure 4 et Figure 5) ; la dose due au dépôt contribue davantage à la dose efficace que dans le cas des enfants.

La dose à la thyroïde est essentiellement due à la consommation d'eau de citerne, qui contribue à plus de 50% à cette dose (cf. Figure 6 à Figure 9), quels que soient la classe d'âge ou le niveau de contamination de l'eau.

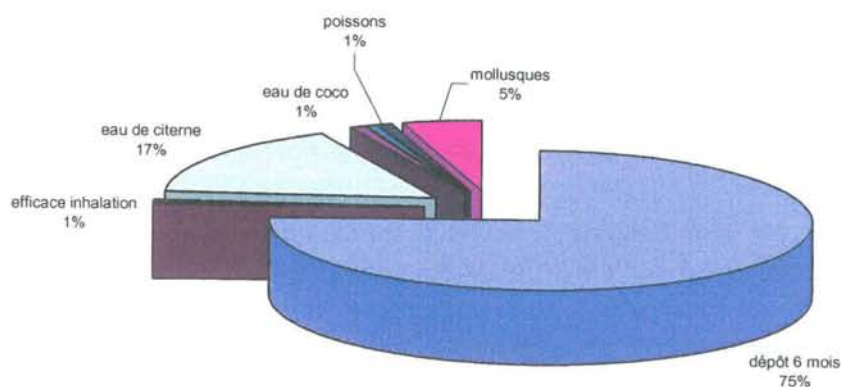
La classe d'âge la plus exposée est constituée des enfants âgés de 1 à 2 ans, qui ont une alimentation variée, composée des mêmes aliments que les adultes. On a considéré ici que la ration alimentaire des nourrissons de moins de 1 an n'était constituée que de lait et d'eau.

La dose efficace maximale pour un enfant de 1 à 2 ans vivant à Tureia est de 3,5 mSv, due en grande partie à la consommation d'eau de citerne, ainsi qu'à la dose due au dépôt. La dose efficace maximale pour un adulte est de l'ordre de 2 mSv.

Les doses internes à la thyroïde pour un enfant âgé de 1 à 2 ans et un adulte de Tureia sont respectivement de 27 et 8 mSv.

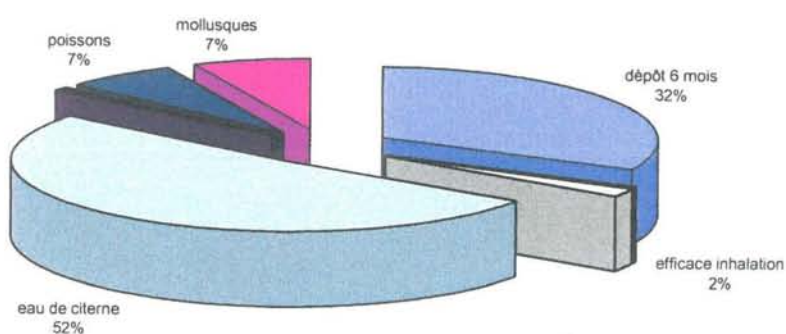
Pour un enfant âgé de 1 à 2 ans, classe d'âge la plus exposée, la dose efficace maximale, de l'ordre de 3,5 mSv, est égale à environ 4 fois la limite actuellement prévue en fonctionnement normal pour le public (1 mSv) [7] mais elle est inférieure à la limite pour le public en vigueur à l'époque de l'essai Encelade (5 mSv).





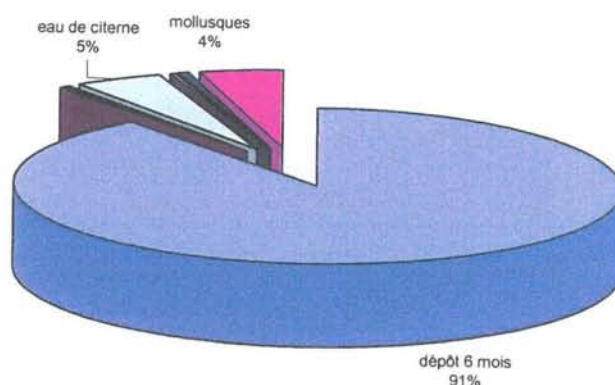
**Figure 2 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée**

Dans ce cas (enfants âgés de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée), la dose efficace est de 1,5 mSv.



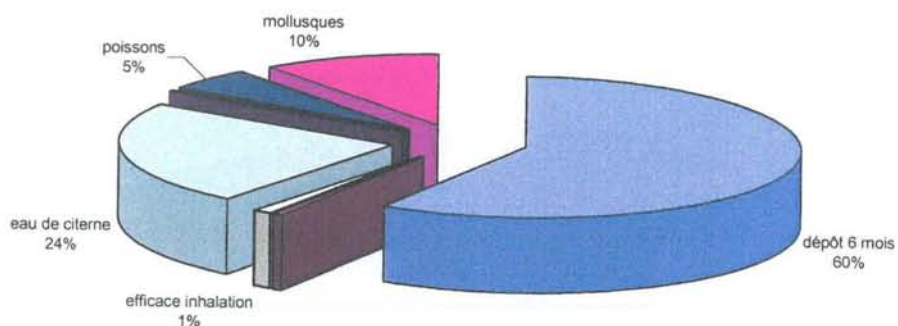
**Figure 3 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée**

Dans ce cas (enfants âgés de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée), la dose efficace est de 3,5 mSv.



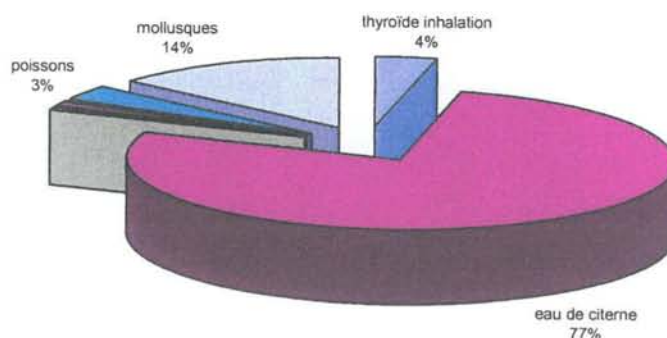
**Figure 4 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Adultes consommant l'eau la moins contaminée**

Dans ce cas (adultes consommant l'eau la moins contaminée), la dose efficace est de 1,3 mSv.



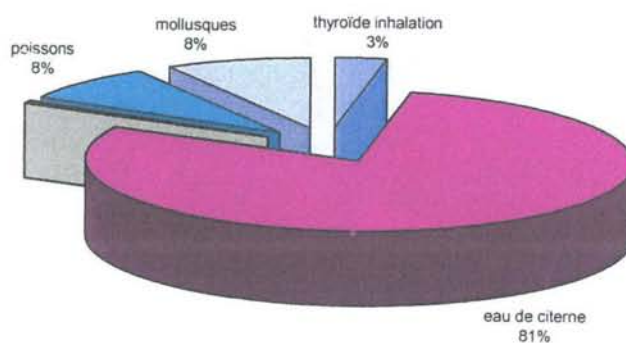
**Figure 5 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose efficace – Adultes consommant l'eau la plus contaminée**

Dans ce cas (adultes consommant l'eau la plus contaminée), la dose efficace est de 1,9 mSv.



**Figure 6 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose interne à la thyroïde – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée**

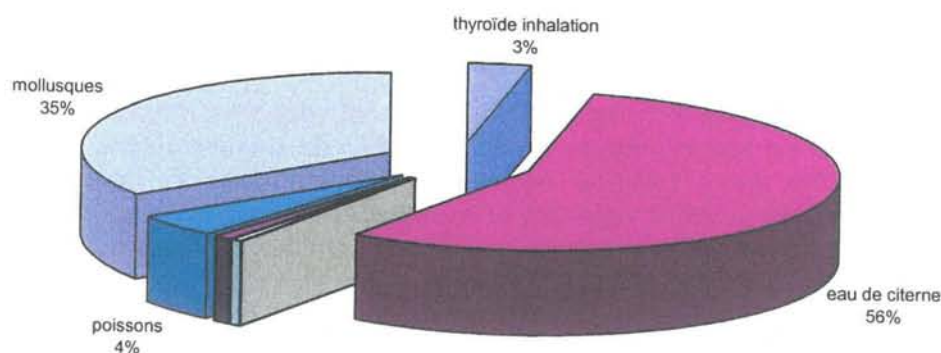
Dans ce cas (enfants âgés de 1 à 2 ans consommant l'eau la moins contaminée), la dose à la thyroïde est 4 mSv.



**Figure 7 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose interne à la thyroïde – Enfants de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée**

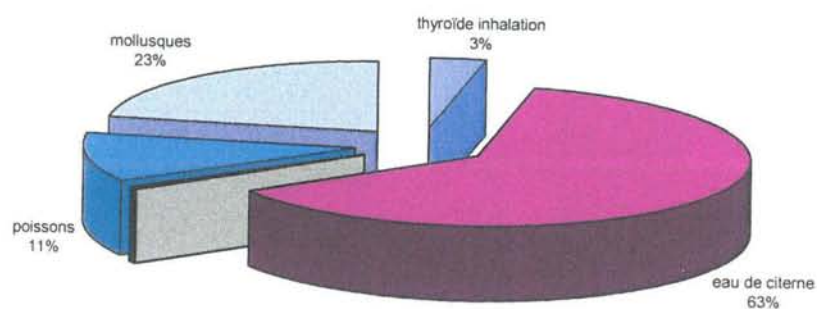
Dans ce cas (enfants âgés de 1 à 2 ans consommant l'eau la plus contaminée), la dose à la thyroïde est 27 mSv.





**Figure 8 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose à la thyroïde – Adultes consommant l'eau la moins contaminée**

Dans ce cas (adultes consommant l'eau la moins contaminée), la dose à la thyroïde est 1 mSv.



**Figure 9 : Contribution relative des voies d'atteinte à la dose à la thyroïde – Adultes consommant l'eau la plus contaminée**

Dans ce cas (adultes consommant l'eau la plus contaminée), la dose à la thyroïde est 8 mSv.

## X - CONCLUSION

Ce document présente les calculs d'impact dosimétrique sur la population de Tureia des retombées de l'essai atmosphérique ENCELADE, réalisé le 12 juin 1971. Toutes les voies d'atteinte sont considérées : l'inhalation (doses efficaces et doses à la thyroïde), l'irradiation externe (doses efficaces par le panache et les dépôts), l'ingestion (doses efficaces et doses à la thyroïde).

A partir de mesures d'activités dans l'environnement (dépôt et produits de la chaîne alimentaire) couplées au calcul de terme source, il a été possible de déduire toutes les grandeurs nécessaires aux évaluations d'impact : l'activité de chaque isotope dans le panache, l'activité de chaque radionucléide dans les produits végétaux et animaux et leur évolution au cours du temps. Les calculs de doses par ingestion ont également pris en compte les différentes quantités consommées en fonction de l'âge de l'individu.

Afin d'obtenir les doses enveloppes reçues par les populations, deux vitesses de dépôt des radionucléides ont été prises en compte. Les évaluations de dose par inhalation et de dose externe par le panache les plus élevées sont obtenues en utilisant une vitesse de dépôt de  $0,05 \text{ m.s}^{-1}$ .

Les doses efficaces reçues par la population de Tureia varient de 1,3 à 1,9 mSv pour les adultes et de 1,5 à 3,5 mSv pour les enfants âgés de 1 à 2 ans, qui constituent la population la plus exposée. Elles sont inférieures à la valeur guide de 5 mSv à ne pas dépasser pour le public qui était en vigueur en 1971, mais elles sont supérieures à la valeur guide à ne pas dépasser pour le public actuellement en vigueur, qui est de 1 mSv.

Les doses à la thyroïde reçues par la population de Tureia varient de 1 à 8 mSv pour les adultes et de 4 à 27 mSv pour les enfants âgés de 1 à 2 ans ayant bu de l'eau de citerne, qui constituent la population la plus exposée.

Dans tous les cas, la principale contribution à la dose à la thyroïde est la consommation d'eau des citernes de l'atoll.

## XI - ANNEXE 1 : DONNEES DE CALCUL

### XI.1 - ISOTOPES MAJORITAIRES DANS LE TERME SOURCE

| Isotope            | Période (s) | % avec GR | % sans GR |
|--------------------|-------------|-----------|-----------|
| <sup>135</sup> Xe  | 3.29E+04    | 9.31      | -         |
| <sup>93</sup> Y    | 3.66E+04    | 6.94      | 7.97      |
| <sup>92</sup> Y    | 1.27E+04    | 6.75      | 7.75      |
| <sup>97</sup> Nb   | 4.33E+03    | 6.63      | 7.61      |
| <sup>133</sup> I   | 7.49E+04    | 6.36      | 7.30      |
| <sup>91</sup> Sr   | 3.47E+04    | 6.29      | 7.22      |
| <sup>97</sup> Zr   | 6.03E+04    | 6.15      | 7.06      |
| <sup>135</sup> I   | 2.37E+04    | 6.06      | 6.95      |
| <sup>97m</sup> Nb  | 5.27E+01    | 5.85      | 6.71      |
| <sup>91m</sup> Y   | 2.98E+03    | 4.05      | 4.65      |
| <sup>143</sup> Ce  | 1.19E+05    | 3.98      | 4.57      |
| <sup>141</sup> La  | 1.41E+04    | 3.49      | 4.00      |
| <sup>145</sup> Pr  | 2.15E+04    | 3.44      | 3.95      |
| <sup>99</sup> Mo   | 2.37E+05    | 2.48      | 2.84      |
| <sup>99m</sup> Tc  | 2.16E+04    | 1.92      | 2.20      |
| <sup>132</sup> I   | 8.26E+03    | 1.74      | 2.00      |
| <sup>132</sup> Te  | 2.77E+05    | 1.70      | 1.95      |
| <sup>239</sup> Np  | 2.03E+05    | 1.41      | 1.61      |
| <sup>92</sup> Sr   | 9.76E+03    | 1.37      | 1.57      |
| <sup>135m</sup> Xe | 9.17E+02    | 1.04      | -         |
| <sup>88</sup> Rb   | 1.07E+03    | 1.02      | 1.17      |
| <sup>88</sup> Kr   | 1.02E+04    | 0.91      | -         |
| <sup>105</sup> Ru  | 1.60E+04    | 0.91      | 1.04      |
| <sup>105</sup> Rh  | 1.27E+05    | 0.90      | 1.03      |
| <sup>128</sup> Sb  | 3.24E+04    | 0.70      | 0.81      |
| <sup>129</sup> Te  | 4.18E+03    | 0.65      | 0.75      |
| <sup>85m</sup> Kr  | 1.61E+04    | 0.62      | -         |
| <sup>133</sup> Xe  | 4.53E+05    | 0.62      | -         |
| <sup>140</sup> Ba  | 1.10E+06    | 0.60      | 0.69      |
| <sup>129</sup> Sb  | 1.57E+04    | 0.57      | 0.65      |
| <sup>149</sup> Pm  | 1.91E+05    | 0.54      | 0.62      |
| <sup>131</sup> I   | 6.93E+05    | 0.47      | 0.53      |
| <sup>131m</sup> Te | 1.08E+05    | 0.38      | 0.43      |
| <sup>151</sup> Pm  | 1.02E+05    | 0.33      | 0.38      |
| <sup>83m</sup> Kr  | 6.59E+03    | 0.33      | 0.00      |
| <sup>105m</sup> Rh | 4.00E+01    | 0.26      | 0.30      |
| <sup>147</sup> Nd  | 9.49E+05    | 0.25      | 0.29      |
| <sup>141</sup> Ce  | 2.81E+06    | 0.22      | 0.26      |
| <sup>143</sup> Pr  | 1.17E+06    | 0.15      | 0.17      |
| <sup>140</sup> La  | 1.45E+05    | 0.14      | 0.16      |
| <sup>109m</sup> Ag | 3.96E+01    | 0.14      | 0.16      |
| <sup>109</sup> Pd  | 4.93E+04    | 0.14      | 0.16      |
| <sup>95</sup> Zr   | 5.53E+06    | 0.13      | 0.15      |
| <sup>237</sup> U   | 5.83E+05    | 0.13      | 0.14      |
| <sup>127</sup> Sb  | 3.33E+05    | 0.12      | 0.14      |
| <sup>142</sup> La  | 5.47E+03    | 0.12      | 0.14      |



| Isotope            | Période (s) | % avec GR | % sans GR |
|--------------------|-------------|-----------|-----------|
| <sup>89</sup> Sr   | 4.37E+06    | 0.11      | 0.13      |
| <sup>103</sup> Ru  | 3.39E+06    | 0.11      | 0.13      |
| <sup>103m</sup> Rh | 3.37E+03    | 0.11      | 0.13      |
| <sup>83</sup> Br   | 8.64E+03    | 0.11      | 0.12      |
| <sup>153</sup> Sm  | 1.67E+05    | 0.10      | 0.11      |
| <sup>112</sup> Ag  | 1.13E+04    | 0.09      | 0.11      |
| <sup>91</sup> Y    | 5.06E+06    | 0.08      | 0.10      |
| <sup>112</sup> Pd  | 7.31E+04    | 0.08      | 0.10      |
| <sup>131</sup> Te  | 1.50E+03    | 0.08      | 0.09      |
| <sup>139</sup> Ba  | 4.98E+03    | 0.08      | 0.09      |
| <sup>127</sup> Te  | 3.37E+04    | 0.07      | 0.08      |
| <sup>121</sup> Sn  | 9.74E+04    | 0.06      | 0.07      |
| <sup>240</sup> Np  | 3.90E+03    | 0.05      | 0.05      |
| <sup>133m</sup> Xe | 1.89E+05    | 0.05      | -         |
| <sup>113</sup> Ag  | 1.93E+04    | 0.05      | 0.05      |
| <sup>240</sup> U   | 5.08E+04    | 0.04      | 0.05      |
| <sup>149</sup> Nd  | 6.22E+03    | 0.04      | 0.05      |
| <sup>117m</sup> In | 6.97E+03    | 0.04      | 0.04      |
| <sup>117</sup> In  | 2.59E+03    | 0.03      | 0.04      |
| <sup>115</sup> Cd  | 1.92E+05    | 0.03      | 0.04      |
| <sup>115m</sup> In | 1.62E+04    | 0.03      | 0.03      |
| <sup>156</sup> Sm  | 3.38E+04    | 0.03      | 0.03      |
| <sup>24</sup> Na   | 5.38E+04    | 0.03      | 0.03      |
| <sup>144</sup> Ce  | 2.46E+07    | 0.02      | 0.03      |
| <sup>144</sup> Pr  | 1.04E+03    | 0.02      | 0.03      |
| <sup>127</sup> Sn  | 7.56E+03    | 0.02      | 0.03      |
| <sup>77</sup> As   | 1.40E+05    | 0.02      | 0.02      |
| <sup>111</sup> Ag  | 6.44E+05    | 0.02      | 0.02      |
| <sup>87</sup> Kr   | 4.58E+03    | 0.02      | -         |
| <sup>157</sup> Eu  | 5.46E+04    | 0.01      | 0.02      |
| <sup>117</sup> Cd  | 8.96E+03    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>77</sup> Ge   | 4.07E+04    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>129m</sup> Te | 2.90E+06    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>117m</sup> Cd | 1.21E+04    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>58m</sup> Co  | 3.20E+04    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>78</sup> As   | 5.44E+03    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>125</sup> Sn  | 8.33E+05    | 0.01      | 0.01      |
| <sup>134</sup> I   | 3.15E+03    | 0.01      | 0.01      |

**Tableau 21 : Isotopes présents dans le nuage et le dépôt (hors gaz rares) à 15 heures**

## XI.2 - MESURES DANS LES MILIEUX

### XI.2.1 - ACTIVITE DE L'AIR

| Activité de l'air (Bq.m <sup>-3</sup> ) | Tureia   |
|-----------------------------------------|----------|
| 13 juin 71 AM                           | 8.14E-02 |
| 13 juin 71 PM                           | 6.66E+01 |
| 14 juin 71                              | 1.48E+00 |
| 15 juin 71                              | 1.85E+00 |
| 16 juin 71                              | 7.77E-01 |
| 17 juin 71                              | 1.30E+00 |
| 18 juin 71                              | 2.96E+00 |
| 19 juin 71                              | 7.40E-01 |
| 20 juin 71                              | 1.07E+00 |
| 21 juin 71                              | 8.14E-01 |
| 22 juin 71                              | 9.25E-01 |
| 23 juin 71                              | 4.63E-01 |
| 24 juin 71                              | 1.37E+00 |
| 25 juin 71                              | 1.48E+00 |
| 26 juin 71                              | 1.48E+00 |
| 27 juin 71                              | 5.92E-01 |
| 28 juin 71                              | 1.41E-01 |
| 29 juin 71                              | 2.92E-01 |
| 30 juin 71                              | 9.99E-02 |
| 01 juillet 71                           | 1.37E-01 |
| 02 juillet 71                           | 1.37E-01 |
| 03 juillet 71                           | 1.11E-01 |
| 04 juillet 71                           | 1.63E-01 |
| 05 juillet 71                           | 1.48E-01 |
| 06 juillet 71                           | 1.48E+00 |
| 07 juillet 71                           | 1.04E-01 |
| 08 juillet 71                           | 1.04E-01 |
| 09 juillet 71                           | 1.04E-01 |
| 10 juillet 71                           | 2.96E-01 |
| 11 juillet 71                           | 1.26E-01 |
| 12 juillet 71                           | 8.14E-02 |
| 13 juillet 71                           | 4.07E-02 |
| 14 juillet 71                           | 5.55E-02 |
| 15 juillet 71                           | 1.11E-01 |
| Act intégrée (Bq.j.m <sup>-3</sup> )    | 8.78E+01 |

Tableau 22 : Activités volumiques dans l'air relevées à Tureia de juin à juillet 1971 (Bq.m<sup>-3</sup>)

## XI.2.2 - ACTIVITE DANS LES EAUX DE BOISSON

L'activité globale en produits de fission dans les eaux de boisson est de l'ordre de  $7 \cdot 10^4$  Bq.l<sup>-1</sup> dans les citernes de Fariki et du Tavana, le 13 juin 1971 (cf. Tableau 23 à Tableau 25).

| Date de prélèvement | Date de mesure | activité volumique (en Bq.l <sup>-1</sup> )<br>le jour de la mesure |
|---------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 13 juin 71          | 13 juin 71     | 74000                                                               |
| 13 juin 71          | 2 juillet. 71  | 2313                                                                |
| 23 juin 71          | 28 juin 71     | 1746                                                                |
| 26 juin 71          | 29 juin 71     | 703                                                                 |
| 26 juin 71          | 2 juillet 71   | 899                                                                 |
| 8 juillet.71        | 21 juillet 71  | 102                                                                 |
| 12 juillet 71       | 22 juillet 71  | 122                                                                 |

**Tableau 23 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne de Fariki (Bq.l<sup>-1</sup>)**

| Date de prélèvement | Date de mesure | activité volumique (en Bq.l <sup>-1</sup> )<br>le jour de la mesure |
|---------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 13 juin 71          | 13 juin 71     | 70300                                                               |
| 13 juin 71          | 2 juillet 71   | 973                                                                 |
| 23 juin 71          | 28 juin 71     | 1413                                                                |
| 8 juillet 71        | 21 juillet 71  | 165                                                                 |
| 12 juillet 71       | 21 juillet 71  | 155                                                                 |

**Tableau 24 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne du Tavana (Bq.l<sup>-1</sup>)**

| Date de prélèvement | Date de mesure | activité volumique (en Bq.l <sup>-1</sup> )<br>le jour de la mesure |
|---------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 13 juin 71          | 13 juin 71     | 10360                                                               |
| 13 juin 71          | 2 juillet. 71  | 166                                                                 |
| 23 juin 71          | 28 juin 71     | 414                                                                 |
| 8 juillet 71        | 21 juillet 71  | 90                                                                  |
| 12 juillet 71       | 21 juillet 71  | 88                                                                  |

**Tableau 25 : Activité (mélange de PF) dans l'eau de la citerne n°2 (devant l'église) (Bq.l<sup>-1</sup>)**

|            | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>89</sup> Sr | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
|------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 13 juin    | 2,0               | 1,1              | 299              | 74               | 96,2              | 519,1            | 814,0             | 144,3             |
| 23 juin    |                   |                  |                  |                  |                   | 156,5            |                   |                   |
| 26 juin    | 1,5               |                  |                  | 55,5             | 70,3              |                  | 40,7              | 111,0             |
| 08 juillet | 0,4               |                  |                  | 14,4             | 22,2              | 23,3             | 125,8             | 22,2              |
| 12 juillet | 0,3               |                  |                  | 44,4             | 33,3              | 19,2             | 114,7             | 38,9              |
| 22 juillet |                   | 0,7              | 64,4             |                  |                   |                  |                   |                   |
| 30 juillet | 0,6               |                  |                  | 3,0              | 4,4               |                  | 5,9               | 2,2               |
| 11 août    |                   | 0,1              | 9,6              | 0,4              | 0,4               |                  | 1,1               | 0,4               |
| 09 août    |                   | 0,1              | 9,3              |                  |                   |                  |                   |                   |

**Tableau 26 : Activité par isotope dans une eau de citerne (Bq.l<sup>-1</sup>)**



### XI.2.3 - ACTIVITE DANS LES ALIMENTS

Le Tableau 27 présente l'évolution de l'activité dans différents produits prélevés à Tureia.

Dans ce tableau, l'activité de l'eau de citerne est plus faible que la valeur maximale indiquée plus haut. Elle n'est pas utilisée dans les calculs.

| Produit            | date mesure   | activité (en Bq.kg <sup>-1</sup> frais) |
|--------------------|---------------|-----------------------------------------|
| eau de citerne     | 13 juin 71    | 4.59E+04                                |
| eau de mer         | 06 juin 71    | 12,7                                    |
| eau de coco        | 22 juillet 71 |                                         |
| coco 'coprah'      | 22 juillet 71 |                                         |
| papaye             | 22 juillet 71 |                                         |
| uru                |               | ND                                      |
| poissons de lagon  | 07 juillet 71 | 54                                      |
| poissons de récif  | 07 juillet 71 | 23                                      |
| poissons de traine | 25 juin 71    | 43                                      |
| langouste          |               | ND                                      |
| bénitier lagon     | 02 juillet 71 | 1980                                    |
| bénitier récif     | 07 juillet 71 | 603                                     |
| turbo              | 02 juillet 71 | 1850                                    |
| poulet chair       | 22 juillet 71 | 54                                      |
| chien chair        | 22 juillet 71 | 8,7                                     |

**Tableau 27 : Activité  $\beta$ - $\gamma$  globale dans des aliments de Tureia (Bq.kg<sup>-1</sup>)**

L'indication "ND" signifie qu'aucun prélèvement de cet aliment n'a été réalisé sur la période.

|            | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>89</sup> Sr | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
|------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Coprah     |                   |                  |                  |                  |                   |                   |                   |
| 09 juin    | 22,2              |                  |                  |                  |                   | 11,1              |                   |
| 21 juillet | 16,3              | 0,1              | 6,3              | 2,2              | 1,5               |                   | 2,6               |
| 10 août    | 12,2              | 0,1              |                  | 2,2              | 0,7               |                   | 0,7               |
| 09 sept    | 5,9               |                  |                  | 5,2              |                   |                   |                   |
| Papaye     |                   |                  |                  |                  |                   |                   |                   |
| 10 juin    | 1,1               |                  |                  |                  | 1,1               |                   |                   |
| 21 juillet | 6,3               | 0,1              | 1,5              | 2,6              | 1,1               | 6,3               | 1,9               |
| 03 août    | 5,2               | 0,1              | 3,0              | 1,1              | 0,4               |                   | 0,7               |
| 08 sept    | 7,4               |                  |                  | 8,1              |                   |                   | 2,6               |
| Uru        |                   |                  |                  |                  |                   |                   |                   |
| 10 juin    | 15,5              |                  |                  |                  | 1,9               |                   |                   |
| 15 juillet | 16,3              | 0,5              | 74,8             | 1,5              | 0,7               |                   | 1,1               |
| 03 août    | 25,5              | 0,2              | 11,8             | 0,7              | 0,7               |                   |                   |
| 08 sept    | 26,3              |                  |                  | 0,7              |                   |                   |                   |

**Tableau 28 : Activité des radionucléides dans des végétaux de Tureia (Bq.kg<sup>-1</sup>)**

|            | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>95</sup> Zr |
|------------|-------------------|------------------|------------------|
| 09 juin    | 3,0               |                  |                  |
| 12 juillet | 3,7               |                  |                  |
| 10 août    | 3,7               | 0,1              | 0,7              |
| 09 sept    | 1,9               |                  |                  |

**Tableau 29 : Activité des radionucléides dans de l'eau de coco (Bq.l<sup>-1</sup>)**

|                          | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
|--------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Mérou                    |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                   |                  |                   |                   |
| 02 juillet               | 0,6               | 0,1              | 0,4              |                  | 3,0              | 2,2              | 1,9               | 2,6              | 1,5               | 1,5               |
| 14 août                  | 0,4               | 0,3              | 0,4              |                  | 3,0              | 1,9              | 0,7               |                  |                   | 1,1               |
| 09 sept                  | 0,2               |                  |                  |                  | 3,7              | 1,5              |                   |                  |                   |                   |
| Mérou<br>(éviscéré)      | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 08 juin                  | 1,5               |                  | 0,7              |                  | 2,6              | 3,0              | 1,9               | 1,5              | 6,3               | 6,7               |
| 02 juillet               | 0,6               |                  |                  |                  | 2,2              | 1,9              | 1,9               | 5,2              | 2,6               | 1,9               |
| Chirurgien<br>(chair)    | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 02 juillet               | 0,9               | 1,3              | 1,5              | 1,5              | 9,6              | 12,6             | 5,2               | 18,5             | 10,4              | 7,0               |
| 14 août                  | 0,6               | 0,4              | 1,1              | 4,8              | 22,2             | 5,2              | 1,9               |                  |                   | 4,8               |
| Chirurgien<br>(éviscéré) | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 08 juin                  | 1,1               |                  | 0,4              | 1,5              | 6,7              | 3,0              | 0,7               | 8,5              | 3,7               | 1,1               |
| 02 juillet               | 0,7               |                  |                  |                  |                  | 22,2             | 4,1               | 16,7             | 16,7              | 10,4              |
| Surmulet<br>(chair)      | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 09 sept                  | 0,4               |                  |                  | 0,7              | 3,0              | 1,5              |                   |                  |                   |                   |
| Perroquet<br>(chair)     | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 02 juillet               | 0,7               | 0,2              | 0,7              | 0,4              | 3,0              | 8,1              | 3,3               | 4,4              | 10,4              | 16,7              |
| 14 août                  | 0,7               | 0,2              | 1,1              | 0,7              | 3,3              | 6,3              | 1,9               |                  |                   | 4,4               |
| 09 sept                  |                   |                  |                  | 0,4              | 4,8              | 12,2             |                   |                  |                   | 15,2              |
| Perroquet<br>(éviscéré)  | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 02 juillet               | 1,5               |                  | 0,7              |                  | 0,7              | 25,9             | 5,9               | 22,2             | 18,1              | 12,6              |



|            |                   |                  |                  |                  |                   |                  |                   |                   |                   |                   |
|------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Langouste  | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn  | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I  | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| 14 août    | 0,7               | 0,1              |                  | 0,4              | 4,4               | 21,8             | 18,9              |                   |                   | 9,3               |
| Turbo      | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn  | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I  | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| juin       |                   |                  |                  | 0,7              | 2,6               | 318              | 37                | 3,7               | 5,6               | 22,2              |
| juillet    | 0,6               |                  |                  | 0,7              | 7,4               | 1920             | 74                | 126               |                   | 437               |
| août       | 0,1               |                  |                  | 1,1              | 1,9               | 1180             | 37                | 1,5               |                   | 377               |
| septembre  |                   |                  |                  | 0,7              | 2,2               | 666              | 33,3              | 66,6              |                   | 141               |
| Bénitier   | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>54</sup> Mn | <sup>60</sup> Co | <sup>65</sup> Zn  | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I  | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |
| juin       |                   | 3,3              | 27,8             | 3,7              | 3,7               | 37,0             | 696               | 81,4              | 167               | 122               |
| juillet    | 0,1               | 1,9              | 21,1             | 4,4              | 1,1               | 115,0            | 448               | 55,5              | 13,7              | 51,8              |
| août       | 0,4               | 1,5              | 4,4              | 5,9              | 1,1               | 62,9             | 88,8              | 44,4              | 7,4               | 17,0              |
| sept       |                   | 0,7              | 2,2              | 4,8              | 2,2               | 55,5             | 66,6              | 40,7              |                   | 22,2              |
| Chien      | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>89</sup> Sr | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |                   |                   |
| 05 juillet | 11,5              | 0,4              |                  | 10,4             | 5,9               |                  | 21,5              | 1,1               |                   |                   |
| 05 août    | 15,2              | 0,2              | 9,0              | 10,7             | 4,1               |                  | 13,0              | 6,3               |                   |                   |
| 14 sept    | 9,3               |                  |                  | 10,0             |                   |                  |                   | 2,6               |                   |                   |
| Poulet     | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>89</sup> Sr | <sup>95</sup> Zr | <sup>103</sup> Ru | <sup>131</sup> I | <sup>140</sup> Ba | <sup>141</sup> Ce |                   |                   |
| 11 juin    | 11,1              |                  |                  |                  |                   |                  |                   |                   |                   |                   |
| 07 juillet | 21,5              | 0,7              |                  | 14,4             | 5,2               |                  | 22,9              | 9,6               |                   |                   |
| 07 août    | 20,0              | 0,1              |                  | 3,7              | 1,9               |                  | 3,0               | 2,2               |                   |                   |

Tableau 30 : Activité des radionucléides relevée dans des produits animaux de Tureia (Bq.kg<sup>-1</sup>)

### XI.3 - COEFFICIENTS DE DOSE

|              | période  | Cd dépôt                    | Coefficient dose efficace - inhalation (Sv/Bq) |          |          |          |           |          |
|--------------|----------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|              |          | (Sv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) | bébé                                           | 1-2 ans  | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| C14 aérosols | 5.73E3 a | 5.80E-17                    | 1.90E-08                                       | 1.70E-08 | 1.10E-08 | 7.40E-09 | 6.40E-09  | 5.80E-09 |
| Br83         | 2.39 h   | 2.93E-14                    | 3.50E-10                                       | 2.30E-10 | 1.10E-10 | 7.70E-11 | 5.90E-11  | 4.80E-11 |
| Rb88         | 0.297 h  | 2.14E-12                    | 1.90E-10                                       | 1.20E-10 | 5.20E-11 | 3.20E-11 | 1.90E-11  | 1.60E-11 |
| Sr91         | 9.50 h   | 3.52E-12                    | 3.10E-09                                       | 2.20E-09 | 1.10E-09 | 6.90E-10 | 4.40E-10  | 3.70E-10 |
| Sr92         | 2.71 h   | 4.50E-12                    | 1.90E-09                                       | 1.40E-09 | 6.50E-10 | 4.10E-10 | 2.50E-10  | 2.10E-10 |
| Y91 m        | 0.828 h  | 1.88E-12                    | 7.40E-11                                       | 5.90E-11 | 3.10E-11 | 2.00E-11 | 1.40E-11  | 1.10E-11 |
| Y92          | 3.54 h   | 9.11E-13                    | 1.90E-09                                       | 1.20E-09 | 5.50E-10 | 3.50E-10 | 2.10E-10  | 1.80E-10 |
| Y93          | 10.1 h   | 3.28E-13                    | 4.60E-09                                       | 3.00E-09 | 1.40E-09 | 8.50E-10 | 5.00E-10  | 4.20E-10 |
| Zr97         | 16.9 h   | 3.05E-12                    | 7.80E-09                                       | 5.30E-09 | 2.80E-09 | 1.80E-09 | 1.10E-09  | 9.20E-10 |
| Nb97         | 1.20 h   | 2.32E-12                    | 3.70E-10                                       | 2.50E-10 | 1.20E-10 | 7.70E-11 | 5.20E-11  | 4.30E-11 |
| Mo99         | 2.75 j   | 5.29E-13                    | 6.00E-09                                       | 4.40E-09 | 2.20E-09 | 1.50E-09 | 1.10E-09  | 8.90E-10 |
| Tc99 m       | 6.02 h   | 4.36E-13                    | 1.30E-10                                       | 9.90E-11 | 5.10E-11 | 3.40E-11 | 2.40E-11  | 1.90E-11 |
| Ru103        | 39.3 j   | 1.67E-12                    | 1.10E-08                                       | 8.40E-09 | 5.00E-09 | 3.50E-09 | 3.00E-09  | 2.40E-09 |
| Ru105        | 4.44 h   | 2.77E-12                    | 1.30E-09                                       | 9.20E-10 | 4.50E-10 | 3.00E-10 | 2.00E-10  | 1.70E-10 |
| Rh105        | 1.47 j   | 2.74E-13                    | 2.40E-09                                       | 1.70E-09 | 8.00E-10 | 5.60E-10 | 4.50E-10  | 3.50E-10 |
| Rh103 m      | 0.935 h  | 4.50E-15                    | 2.00E-11                                       | 1.30E-11 | 6.70E-12 | 4.30E-12 | 3.20E-12  | 2.70E-12 |
| Pd109        | 13.4 h   | 4.03E-14                    | 2.70E-09                                       | 1.90E-09 | 9.30E-10 | 6.30E-10 | 4.60E-10  | 3.70E-10 |
| Ag112        | 3.12 h   | 2.28E-12                    | 9.80E-10                                       | 6.40E-10 | 2.80E-10 | 1.70E-10 | 9.10E-11  | 7.60E-11 |
| Sb129        | 0.173 h  | 6.98E-12                    | 2.00E-09                                       | 1.40E-09 | 6.80E-10 | 4.40E-10 | 2.90E-10  | 2.30E-10 |
| Te129        | 1.16 h   | 2.16E-13                    | 3.30E-10                                       | 2.20E-10 | 9.90E-11 | 6.50E-11 | 4.40E-11  | 3.70E-11 |
| Te131        | 0.417 h  | 1.48E-12                    | 2.60E-10                                       | 1.70E-10 | 8.10E-11 | 5.20E-11 | 3.50E-11  | 2.80E-11 |
| Te131 m      | 1.25 j   | 5.26E-12                    | 7.90E-09                                       | 5.80E-09 | 3.00E-09 | 1.90E-09 | 1.20E-09  | 9.40E-10 |
| Te132        | 3.26 j   | 8.78E-12                    | 1.60E-08                                       | 1.30E-08 | 6.40E-09 | 4.00E-09 | 2.60E-09  | 2.00E-09 |
| I131 vapeur  | 8.04 j   | 1.35E-12                    | 1.70E-07                                       | 1.60E-07 | 9.40E-08 | 4.80E-08 | 3.10E-08  | 2.00E-08 |
| I132 vapeur  | 2.30 h   | 7.96E-12                    | 2.80E-09                                       | 2.30E-09 | 1.30E-09 | 6.40E-10 | 4.30E-10  | 3.10E-10 |
| I133 vapeur  | 20.8 h   | 2.15E-12                    | 4.50E-08                                       | 4.10E-08 | 2.10E-08 | 9.70E-09 | 6.30E-09  | 4.00E-09 |
| I134 vapeur  | 0.876 h  | 9.11E-12                    | 8.20E-09                                       | 6.90E-10 | 3.90E-10 | 2.20E-10 | 1.60E-10  | 1.50E-10 |
| I135 vapeur  | 6.61 h   | 5.29E-12                    | 9.70E-09                                       | 8.50E-09 | 4.50E-09 | 2.10E-09 | 1.40E-09  | 9.20E-10 |
| Cs134        | 2.06 a   | 5.47E-12                    | 1.10E-08                                       | 7.30E-09 | 5.20E-09 | 5.30E-09 | 6.30E-09  | 6.60E-09 |
| Cs134m       | 2.90 h   | 9.32E-14                    | 1.30E-10                                       | 8.60E-11 | 3.80E-11 | 2.50E-11 | 1.60E-11  | 1.40E-11 |
| Cs135        | 2.30E6 a | 1.20E-16                    | 1.70E-09                                       | 9.90E-10 | 6.20E-10 | 6.10E-10 | 6.80E-10  | 6.90E-10 |
| Cs135m       | 0.883 h  | 5.54E-12                    | 9.20E-11                                       | 7.80E-11 | 4.10E-11 | 2.40E-11 | 1.50E-11  | 1.20E-11 |
| Cs136        | 13.1 j   | 7.52E-12                    | 7.30E-09                                       | 5.20E-09 | 2.90E-09 | 2.00E-09 | 1.40E-09  | 1.20E-09 |
| Cs137        | 30.0 a   | 2.00E-12                    | 8.80E-09                                       | 5.40E-09 | 3.60E-09 | 3.70E-09 | 4.40E-09  | 4.60E-09 |
| Cs138        | 0.536 h  | 7.88E-12                    | 2.60E-10                                       | 1.80E-10 | 8.10E-11 | 5.00E-11 | 2.90E-11  | 2.40E-11 |
| Ba139        | 1.38 h   | 1.65E-13                    | 5.40E-10                                       | 3.50E-10 | 1.60E-10 | 1.00E-10 | 6.60E-11  | 5.60E-11 |
| Ba140        | 12.7 j   | 8.42E-12                    | 2.70E-08                                       | 2.00E-08 | 1.10E-08 | 7.60E-09 | 6.20E-09  | 5.10E-09 |
| La141        | 3.93 h   | 1.63E-13                    | 1.40E-09                                       | 9.30E-10 | 4.30E-10 | 2.80E-10 | 1.80E-10  | 1.50E-10 |
| La142        | 1.54 h   | 8.86E-12                    | 8.10E-10                                       | 5.70E-10 | 2.70E-10 | 1.70E-10 | 1.10E-10  | 8.90E-11 |
| Ce141        | 32.5 j   | 2.66E-13                    | 1.40E-08                                       | 1.10E-08 | 6.30E-09 | 4.60E-09 | 4.10E-09  | 3.20E-09 |
| Ce143        | 1.38 j   | 1.00E-12                    | 5.60E-09                                       | 3.90E-09 | 1.90E-09 | 1.30E-09 | 9.30E-10  | 7.50E-10 |
| Pr145        | 5.98 h   | 5.62E-14                    | 1.60E-09                                       | 1.10E-09 | 4.90E-10 | 3.20E-10 | 2.00E-10  | 1.70E-10 |
| Nd147        | 11.0 j   | 5.00E-13                    | 1.20E-08                                       | 8.60E-09 | 4.90E-09 | 3.50E-09 | 3.00E-09  | 2.40E-09 |
| Nd149        | 1.73 h   | 1.36E-12                    | 7.10E-10                                       | 4.80E-10 | 2.30E-10 | 1.50E-10 | 1.10E-10  | 8.90E-11 |
| Pm149        | 2.21 j   | 4.07E-14                    | 5.30E-09                                       | 3.60E-09 | 1.80E-09 | 1.20E-09 | 9.00E-10  | 7.30E-10 |
| Pm151        | 1.18 j   | 1.13E-12                    | 3.40E-09                                       | 2.60E-09 | 1.30E-09 | 7.90E-10 | 5.70E-10  | 4.60E-10 |
| Sm153        | 1.95 j   | 2.24E-13                    | 4.20E-09                                       | 2.90E-09 | 1.50E-09 | 1.00E-09 | 7.90E-10  | 6.30E-10 |
| Sm156        | 9.40 h   | 4.21E-13                    | 1.60E-09                                       | 1.10E-09 | 5.80E-10 | 3.50E-10 | 2.70E-10  | 2.20E-10 |



|       | période  | Cd dépôt<br>(Sv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) | Coefficient dose efficace - inhalation (Sv/Bq) |          |          |          |           |          |
|-------|----------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|       |          |                                         | bébé                                           | 1-2 ans  | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| U237  | 6.75 j   | 4.79E-13                                | 7.80E-09                                       | 5.70E-09 | 3.30E-09 | 2.40E-09 | 2.10E-09  | 1.70E-09 |
| Np237 | 2.14E6 a | 8.05E-13                                | 4.40E-05                                       | 4.00E-05 | 2.80E-05 | 2.20E-05 | 2.20E-05  | 2.30E-05 |
| Np239 | 2.36 j   | 5.87E-13                                | 5.90E-09                                       | 4.20E-09 | 2.00E-09 | 1.40E-09 | 9.30E-10  | 9.30E-10 |
| Pu238 | 87.7 a   | 3.02E-15                                | 7.80E-05                                       | 7.40E-05 | 5.60E-05 | 4.40E-05 | 4.30E-05  | 4.60E-05 |
| Pu239 | 2.41E4 a | 1.32E-15                                | 8.00E-05                                       | 7.70E-05 | 6.00E-05 | 4.80E-05 | 4.70E-05  | 5.00E-05 |
| Pu240 | 6.54E3 a | 2.89E-15                                | 8.00E-05                                       | 7.70E-05 | 6.00E-05 | 4.80E-05 | 4.70E-05  | 5.00E-05 |
| Pu241 | 14.4 a   | 1.87E-17                                | 9.10E-07                                       | 9.70E-07 | 9.20E-07 | 8.30E-07 | 8.60E-07  | 9.00E-07 |
| Pu242 | 3.76E5 a | 2.40E-15                                | 7.60E-05                                       | 7.30E-05 | 5.70E-05 | 4.50E-05 | 4.50E-05  | 4.80E-05 |
| Am241 | 432 a    | 9.90E-14                                | 7.30E-05                                       | 6.90E-05 | 5.10E-05 | 4.00E-05 | 4.00E-05  | 4.20E-05 |

**Tableau 31 : Coefficients de dose efficace par inhalation**

|              | Coefficient dose efficace - ingestion (Sv/Bq) |          |          |          |           |          |
|--------------|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|              | bébé                                          | 1-2 ans  | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| C14 aérosols | 1.40E-09                                      | 1.60E-09 | 9.90E-10 | 8.00E-10 | 5.70E-10  | 5.80E-10 |
| Br83         | 5.30E-10                                      | 3.00E-10 | 1.40E-10 | 8.30E-11 | 5.50E-11  | 4.30E-11 |
| Rb88         | 1.10E-09                                      | 6.20E-10 | 3.00E-10 | 1.70E-10 | 1.20E-10  | 9.00E-11 |
| Sr91         | 5.20E-09                                      | 4.00E-09 | 2.10E-09 | 1.20E-09 | 7.40E-10  | 6.50E-10 |
| Sr92         | 3.40E-09                                      | 2.70E-09 | 1.40E-09 | 8.20E-10 | 4.80E-10  | 4.30E-10 |
| Y91 m        | 9.20E-11                                      | 6.00E-11 | 3.30E-11 | 2.10E-11 | 1.40E-11  | 1.10E-11 |
| Y92          | 5.90E-09                                      | 3.60E-09 | 1.80E-09 | 1.00E-09 | 6.20E-10  | 4.90E-10 |
| Y93          | 1.40E-08                                      | 8.50E-09 | 4.30E-09 | 2.50E-09 | 1.40E-09  | 1.20E-09 |
| Zr97         | 2.20E-08                                      | 1.40E-08 | 7.30E-09 | 4.40E-09 | 2.60E-09  | 2.10E-09 |
| Nb97         | 7.70E-10                                      | 4.50E-10 | 2.30E-10 | 1.30E-10 | 8.70E-11  | 6.80E-11 |
| Mo99         | 5.50E-09                                      | 3.50E-09 | 1.80E-09 | 1.10E-09 | 7.60E-10  | 6.00E-10 |
| Tc99 m       | 2.00E-10                                      | 1.30E-10 | 7.20E-11 | 4.30E-11 | 2.80E-11  | 2.20E-11 |
| Ru103        | 7.10E-09                                      | 4.60E-09 | 2.40E-09 | 1.50E-09 | 9.20E-10  | 7.30E-10 |
| Ru105        | 2.70E-09                                      | 1.80E-09 | 9.10E-10 | 5.50E-10 | 3.30E-10  | 2.60E-10 |
| Rh105        | 4.00E-09                                      | 2.70E-09 | 1.30E-09 | 8.00E-10 | 4.60E-10  | 3.70E-10 |
| Rh103 m      | 4.70E-11                                      | 2.70E-11 | 1.30E-11 | 7.40E-12 | 4.80E-12  | 3.80E-12 |
| Pd109        | 6.30E-09                                      | 4.10E-09 | 2.00E-09 | 1.20E-09 | 6.80E-10  | 5.50E-10 |
| Ag112        | 4.90E-09                                      | 3.00E-09 | 1.50E-09 | 8.90E-10 | 5.40E-10  | 4.30E-10 |
| Sb129        | 4.30E-09                                      | 2.80E-09 | 1.50E-09 | 8.80E-10 | 5.30E-10  | 4.20E-10 |
| Te129        | 7.50E-10                                      | 4.40E-10 | 2.10E-10 | 1.20E-10 | 8.00E-11  | 6.30E-11 |
| Te131        | 9.00E-10                                      | 6.60E-10 | 3.50E-10 | 1.90E-10 | 1.20E-10  | 8.70E-11 |
| Te131 m      | 2.00E-08                                      | 1.40E-08 | 7.80E-09 | 4.30E-09 | 2.70E-09  | 1.90E-09 |
| Te132        | 4.80E-08                                      | 3.00E-08 | 1.60E-08 | 8.30E-09 | 5.30E-09  | 3.80E-09 |
| I131 vapeur  | 1.80E-07                                      | 1.80E-07 | 1.00E-07 | 5.20E-08 | 3.40E-08  | 2.20E-08 |
| I132 vapeur  | 3.00E-09                                      | 2.40E-09 | 1.30E-09 | 6.20E-10 | 4.10E-10  | 2.90E-10 |
| I133 vapeur  | 4.90E-08                                      | 4.40E-08 | 2.30E-08 | 1.00E-08 | 6.80E-09  | 4.30E-09 |
| I134 vapeur  | 1.10E-09                                      | 7.50E-10 | 3.90E-10 | 2.10E-10 | 1.40E-10  | 1.10E-10 |
| I135 vapeur  | 1.00E-08                                      | 8.90E-09 | 4.70E-09 | 2.20E-09 | 1.40E-09  | 9.30E-10 |
| Cs134        | 2.60E-08                                      | 1.60E-08 | 1.30E-08 | 1.40E-08 | 1.90E-08  | 1.90E-08 |
| Cs134m       | 2.10E-10                                      | 1.20E-10 | 5.90E-11 | 3.50E-11 | 2.50E-11  | 2.00E-11 |
| Cs135        | 4.10E-09                                      | 2.30E-09 | 1.70E-09 | 1.70E-09 | 2.00E-09  | 2.00E-09 |
| Cs135m       | 1.30E-10                                      | 8.60E-11 | 4.90E-11 | 3.20E-11 | 2.30E-11  | 1.90E-11 |
| Cs136        | 1.50E-08                                      | 9.50E-09 | 6.10E-09 | 4.40E-09 | 3.40E-09  | 3.00E-09 |
| Cs137        | 2.10E-08                                      | 1.20E-08 | 9.60E-09 | 1.00E-08 | 1.30E-08  | 1.30E-08 |
| Cs138        | 1.10E-09                                      | 5.90E-10 | 2.90E-10 | 1.70E-10 | 1.20E-10  | 9.20E-11 |
| Ba139        | 1.40E-09                                      | 8.40E-10 | 4.10E-10 | 2.40E-10 | 1.50E-10  | 1.20E-10 |
| Ba140        | 3.20E-08                                      | 1.80E-08 | 9.20E-09 | 5.80E-09 | 3.70E-09  | 2.60E-09 |
| La141        | 4.30E-09                                      | 2.60E-09 | 1.30E-09 | 7.60E-10 | 4.50E-10  | 3.60E-10 |



|       | Coefficient dose efficace - ingestion (Sv/Bq) |          |          |          |           |          |
|-------|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|       | bébé                                          | 1-2 ans  | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| La142 | 1.90E-09                                      | 1.10E-09 | 5.80E-10 | 3.50E-10 | 2.30E-10  | 1.80E-10 |
| Ce141 | 8.10E-09                                      | 5.10E-09 | 2.60E-09 | 1.50E-09 | 8.80E-10  | 7.10E-10 |
| Ce143 | 1.20E-08                                      | 8.00E-09 | 4.10E-09 | 2.40E-09 | 1.40E-09  | 1.10E-09 |
| Pr145 | 4.70E-09                                      | 2.90E-09 | 1.40E-09 | 8.50E-10 | 4.90E-10  | 3.90E-10 |
| Nd147 | 1.20E-08                                      | 7.80E-09 | 3.90E-09 | 2.30E-09 | 1.30E-09  | 1.10E-09 |
| Nd149 | 1.40E-09                                      | 8.70E-10 | 4.30E-10 | 2.60E-10 | 1.60E-10  | 1.20E-10 |
| Pm149 | 1.20E-08                                      | 7.40E-09 | 3.70E-09 | 2.20E-09 | 1.20E-09  | 9.90E-10 |
| Pm151 | 8.00E-09                                      | 5.10E-09 | 2.60E-09 | 1.60E-09 | 9.10E-10  | 7.30E-10 |
| Sm153 | 8.40E-09                                      | 5.40E-09 | 2.70E-09 | 1.60E-09 | 9.20E-10  | 7.40E-10 |
| Sm156 | 2.80E-09                                      | 1.80E-09 | 9.00E-10 | 5.40E-10 | 3.10E-10  | 2.50E-10 |
| U237  | 8.30E-09                                      | 5.40E-09 | 2.80E-09 | 1.60E-09 | 9.50E-10  | 7.60E-10 |
| Np237 | 2.00E-06                                      | 2.10E-07 | 1.40E-07 | 1.10E-07 | 1.10E-07  | 1.10E-07 |
| Np239 | 8.90E-09                                      | 5.70E-09 | 2.90E-09 | 1.70E-09 | 1.00E-09  | 8.00E-10 |
| Pu238 | 4.00E-06                                      | 4.00E-07 | 3.10E-07 | 2.40E-07 | 2.20E-07  | 2.30E-07 |
| Pu239 | 4.20E-06                                      | 4.20E-07 | 3.30E-07 | 2.70E-07 | 2.40E-07  | 2.50E-07 |
| Pu240 | 4.20E-06                                      | 4.20E-07 | 3.30E-07 | 2.70E-07 | 2.40E-07  | 2.50E-07 |
| Pu241 | 5.60E-08                                      | 5.70E-09 | 5.50E-09 | 5.10E-09 | 4.80E-09  | 4.80E-09 |
| Pu242 | 4.00E-06                                      | 4.00E-07 | 3.20E-07 | 2.60E-07 | 2.30E-07  | 2.40E-07 |
| Am241 | 3.70E-06                                      | 3.70E-07 | 2.70E-07 | 2.20E-07 | 2.00E-07  | 2.00E-07 |

Tableau 32 : Coefficients de dose efficace par ingestion

|         | Période   | Cd dépôt<br>(efficace)<br>(Sv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) | Coefficient dose inhalation - thyroïde (Sv/Bq) |          |          |          |           |          |
|---------|-----------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|         |           |                                                       | bébé                                           | 1-2 ans  | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| Te121 m | 154 j     | 7.56E-13                                              | 7.70E-09                                       | 5.70E-09 | 3.10E-09 | 1.60E-09 | 1.10E-09  | 8.70E-10 |
| Te123   | 1.00E13 a | 7.02E-14                                              | 1.00E-09                                       | 7.80E-10 | 4.50E-10 | 2.70E-10 | 2.20E-10  | 2.00E-10 |
| Te123 m | 120 j     | 5.15E-13                                              | 5.50E-09                                       | 3.90E-09 | 1.90E-09 | 8.90E-10 | 5.80E-10  | 4.10E-10 |
| Te125 m | 58.0 j    | 1.30E-13                                              | 4.40E-09                                       | 3.00E-09 | 1.40E-09 | 6.20E-10 | 3.90E-10  | 2.50E-10 |
| Te127   | 9.35 h    | 1.86E-14                                              | 5.90E-11                                       | 3.40E-11 | 1.50E-11 | 7.10E-12 | 4.10E-12  | 2.80E-12 |
| Te127 m | 109 j     | 5.89E-14                                              | 1.40E-08                                       | 9.80E-09 | 4.70E-09 | 2.00E-09 | 1.30E-09  | 8.60E-10 |
| Te129   | 1.16 h    | 2.16E-13                                              | 4.50E-12                                       | 2.80E-12 | 1.30E-12 | 7.40E-13 | 4.40E-13  | 3.50E-13 |
| Te129 m | 33.6 j    | 2.77E-13                                              | 1.90E-08                                       | 1.20E-08 | 5.70E-09 | 2.50E-09 | 1.50E-09  | 1.00E-09 |
| Te131   | 0.417 h   | 1.48E-12                                              | 6.80E-10                                       | 4.60E-10 | 2.40E-10 | 1.20E-10 | 7.30E-11  | 4.80E-11 |
| Te131 m | 1.25 j    | 5.26E-12                                              | 3.70E-08                                       | 2.50E-08 | 1.30E-08 | 6.60E-09 | 4.10E-09  | 2.70E-09 |
| Te132   | 3.26 j    | 8.78E-12                                              | 8.70E-08                                       | 5.30E-08 | 2.40E-08 | 1.10E-08 | 6.60E-09  | 4.30E-09 |
| Te133   | 0.207 h   | 3.22E-12                                              | 7.30E-10                                       | 4.50E-10 | 2.10E-10 | 9.40E-11 | 5.00E-11  | 3.60E-11 |
| Te133 m | 0.923 h   | 8.41E-12                                              | 3.30E-09                                       | 2.00E-09 | 9.40E-10 | 4.20E-10 | 2.50E-10  | 1.60E-10 |
| Te134   | 0.696 h   | 3.12E-12                                              | 3.80E-10                                       | 2.80E-10 | 1.30E-10 | 6.10E-11 | 3.80E-11  | 2.60E-11 |
| I121    | 2.12 h    | 1.47E-12                                              | 3.80E-09                                       | 8.40E-09 | 4.90E-09 | 2.60E-09 | 1.80E-09  | 1.20E-09 |
| I123    | 13.2 h    | 5.98E-13                                              | 3.90E-08                                       | 3.50E-08 | 1.90E-08 | 8.60E-09 | 5.70E-09  | 3.70E-09 |
| I125    | 60.1 j    | 1.54E-13                                              | 9.30E-07                                       | 1.00E-06 | 7.50E-07 | 5.60E-07 | 4.00E-07  | 2.70E-07 |
| I128    | 0.416 h   | 3.16E-13                                              | 1.90E-09                                       | 1.70E-09 | 8.60E-10 | 3.70E-10 | 2.40E-10  | 1.50E-10 |
| I129    | 1.57E7 a  | 9.29E-14                                              | 3.30E-06                                       | 3.90E-06 | 3.10E-06 | 3.40E-06 | 2.50E-06  | 1.90E-06 |
| I130    | 12.4 h    | 7.56E-12                                              | 3.60E-07                                       | 3.30E-07 | 1.70E-07 | 8.00E-08 | 5.20E-08  | 3.30E-08 |
| I131    | 8.04 j    | 1.35E-12                                              | 3.30E-06                                       | 3.20E-06 | 1.90E-06 | 1.10E-07 | 6.20E-07  | 3.90E-07 |
| I132    | 2.30 h    | 7.96E-12                                              | 4.30E-08                                       | 3.80E-08 | 2.00E-08 | 8.90E-09 | 5.80E-09  | 3.60E-09 |
| I132 m  | 1.39 h    | 1.13E-12                                              | 3.90E-08                                       | 3.50E-08 | 1.80E-08 | 8.20E-09 | 5.30E-09  | 1.30E-09 |
| I133    | 20.8 h    | 2.15E-12                                              | 8.90E-07                                       | 8.00E-07 | 4.20E-07 | 1.90E-07 | 1.20E-07  | 7.60E-08 |
| I134    | 0.876 h   | 9.11E-12                                              | 8.20E-09                                       | 7.30E-09 | 3.80E-09 | 1.70E-09 | 1.10E-09  | 7.00E-10 |
| I135    | 6.61 h    | 5.29E-12                                              | 1.80E-07                                       | 1.60E-07 | 8.00E-09 | 3.80E-08 | 2.40E-08  | 1.50E-08 |

Tableau 33 : Coefficients de dose à la thyroïde par inhalation

|         |          | Coefficient dose ingestion - thyroïde (Sv/Bq) |          |          |           |          |
|---------|----------|-----------------------------------------------|----------|----------|-----------|----------|
|         | bébé     | 1-2 ans                                       | 2-7 ans  | 7-12 ans | 12-17 ans | adulte   |
| Te121   | 3.80E-09 | 1.70E-09                                      | 9.70E-10 | 5.30E-10 | 3.80E-10  | 2.80E-10 |
| Te121 m | 3.00E-08 | 1.30E-08                                      | 7.30E-09 | 3.60E-09 | 2.50E-09  | 1.80E-09 |
| Te123   | 4.00E-09 | 1.80E-09                                      | 1.10E-09 | 7.10E-10 | 5.80E-10  | 4.90E-10 |
| Te123 m | 2.70E-08 | 1.20E-08                                      | 6.40E-09 | 2.90E-09 | 1.90E-09  | 1.20E-09 |
| Te125 m | 2.50E-08 | 1.10E-08                                      | 5.80E-09 | 2.60E-09 | 1.60E-09  | 1.00E-09 |
| Te127   | 4.50E-10 | 1.70E-10                                      | 8.90E-11 | 4.10E-11 | 2.60E-11  | 1.70E-11 |
| Te127 m | 7.60E-08 | 3.40E-08                                      | 1.80E-08 | 7.70E-09 | 4.90E-09  | 3.10E-09 |
| Te129   | 2.40E-11 | 6.30E-12                                      | 3.10E-12 | 1.70E-12 | 1.00E-12  | 7.50E-13 |
| Te129 m | 1.10E-07 | 5.10E-08                                      | 2.60E-08 | 1.10E-08 | 7.40E-09  | 4.60E-09 |
| Te131   | 7.60E-09 | 7.30E-09                                      | 4.30E-09 | 2.10E-09 | 1.40E-09  | 8.90E-10 |
| Te131 m | 2.60E-07 | 1.50E-07                                      | 8.90E-08 | 4.50E-08 | 2.90E-08  | 1.80E-08 |
| Te132   | 6.50E-07 | 3.20E-07                                      | 1.70E-07 | 7.50E-08 | 1.49E-07  | 3.10E-08 |
| Te133   | 9.50E-09 | 8.50E-09                                      | 4.50E-09 | 2.00E-09 | 1.30E-09  | 8.10E-10 |
| Te133 m | 3.90E-08 | 3.40E-08                                      | 1.80E-08 | 8.00E-09 | 5.10E-09  | 3.20E-09 |
| Te134   | 6.30E-09 | 5.50E-09                                      | 2.90E-09 | 1.30E-09 | 8.30E-10  | 5.20E-10 |
| I121    | 8.80E-09 | 8.30E-09                                      | 4.90E-09 | 2.60E-09 | 1.80E-09  | 1.20E-09 |
| I123    | 4.10E-08 | 3.70E-08                                      | 2.00E-08 | 9.20E-09 | 6.10E-09  | 3.90E-09 |
| I125    | 1.00E-06 | 1.10E-06                                      | 8.20E-07 | 6.20E-07 | 4.40E-07  | 3.00E-07 |
| I128    | 1.10E-09 | 1.00E-09                                      | 5.10E-10 | 2.20E-10 | 1.40E-10  | 8.90E-11 |
| I129    | 3.70E-06 | 4.30E-06                                      | 3.40E-06 | 3.80E-06 | 2.80E-06  | 2.10E-06 |
| I130    | 3.90E-07 | 3.50E-07                                      | 1.90E-07 | 8.50E-08 | 5.60E-08  | 3.60E-08 |
| I131    | 3.70E-06 | 3.60E-06                                      | 2.10E-06 | 1.00E-06 | 6.80E-07  | 4.30E-07 |
| I132    | 4.00E-08 | 3.50E-08                                      | 1.90E-08 | 8.30E-09 | 5.40E-09  | 3.40E-09 |
| I132 m  | 3.80E-08 | 3.40E-08                                      | 1.80E-08 | 8.00E-09 | 5.20E-09  | 3.30E-09 |
| I133    | 9.60E-07 | 8.60E-07                                      | 4.60E-07 | 2.00E-07 | 1.30E-07  | 8.20E-08 |
| I134    | 6.30E-09 | 5.60E-09                                      | 2.90E-09 | 1.30E-09 | 8.50E-10  | 5.40E-10 |
| I135    | 1.90E-07 | 1.70E-07                                      | 8.70E-08 | 3.90E-08 | 2.50E-08  | 1.60E-08 |

**Tableau 34 : Coefficients de dose à la thyroïde par ingestion**

## XII - REFERENCES

---

- 1 Base de données JEFF - Joint Evaluation Fission and Fusion File – AEN – février 2005
- 2 Arrêté du 01/09/2003 pour le calcul des doses efficaces définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.
- 3 Directive Euratom 96-29 - Nouvelle directive fixant les normes de base n°96/29/Euratom du 13/05/96 – Journal Officiel de la Communauté Européenne L159 du 29 juin 1996.
- 4 CIPR 71: Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 4. Inhalation dose coefficients; Volume 25, n° 3-4, 1995 / CIPR 72: Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 5. Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients.
- 5 ICRP Publication 66: Human respiratory tract model for radiological protection - 1993
- 6 External Exposure to Radionuclides in air, water and soil - Federal Guidance Report N° 12, 1993.
- 7 Décret du 4 avril 2002 relatif à la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants. Journal Officiel du 6 avril 2002.